

Annakaisa Lehtinen  
Leena Gruzdaitis  
Nelli Frilander

# Jatkoselvitys sähköbussien edistämiseksi suomalaisilla kaupunkiseuduilla

## Toimijoiden näkemykset





Annakaisa Lehtinen, Leena Gruzdaitis, Nelli Frilander

# Jatkoselvitys sähköbussien edistämiseksi suomalaisilla kaupunkiseuduilla

Toimijoiden näkemykset

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 23/2018

Liikennevirasto

Helsinki 2018

*Kannen kuva: Lasse Ansaharju / vastavalo.net*

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-546-4

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

**Annakaisa Lehtinen, Leena Gruzdaitis ja Nelli Frilander: Jatkoselvitys sähköbussien edistämiseksi suomalaisilla kaupunkiseuduilla – Toimijoiden näkemykset.** Liikennevirasto, liikenteen palvelut -osasto. Helsinki 2018. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 23/2018. 32 sivua ja 2 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-546-4.

**Avainsanat:** sähköbussit, bussiliikenne, linja-autot, kilpailutus, hankinta, latausjärjestelmä, pääte pysäkkilataus, varikkolataus, kansainväliset kokemukset

## Tiivistelmä

Tämä työ on jatkoa keväällä 2017 julkaistulle selvitykselle, jossa tarkasteltiin sähköbussiliikennettä Suomessa kaupunkien ja joukkoliikenteen toimivaltaisten viranomaisten näkökulmasta.

Tässä työssä tavoitteena oli selvittää kalusto- ja latauslaitetoimittajien, liikennöitsijöiden sekä energia- ja sähköverkkoyhtiöiden näkökulmia sähköbussiliikenteestä. Työssä selvitettiin sähköbussiliikenteen viranomaistahojen ulkopuolisen toimijoiden näkökulmia muun muassa sähköbussiliikenteen käynnistämiseen, sähköbussiliikenteen kilpailutuksen ja hankinnan järjestämiseen sekä latausjärjestelmään. Työssä selvitettiin lisäksi toimijoiden kokemuksia sähköbussiliikenteestä Suomen markkinoiden ulkopuolella siltä osin, kun ne olivat luonteva osa toimijan markkina-aluetta.

Työssä toteutettiin sähköinen kysely ja yhdeksän haastattelua. Sähköinen kysely toteutettiin 27.10.–10.11.2017 ja siihen saatiin 25 vastausta. Haastattelut suoritettiin marras-joulukuussa 2017. Kyselyyn vastanneiden ja haastatteluihin osallistuneiden toimijoiden joukossa oli kalusto- ja latauslaitetoimittajia, liikennöitsijöitä, energia- ja sähköverkkoyhtiöitä, latausoperaattoreita ja Linja-autoliitto.

Haastateltujen toimijoiden näkemyksen mukaan tilaajat ovat avainasemassa sähköbussiliikenteen yleistymisessä. Kyse on käytännössä siitä, kuinka korkealle he arvottavat sähköbussiliikenteen. Haastateltujen toimijoiden mielestä tavoitteena tulisi olla bussiliikenteen järjestäminen mahdollisimman tehokkaasti ja taloudellisesti käyttövoimasta riippumatta.

Haastateltujen näkemys oli, että sähköbussikalusto ja latausjärjestelmä tulisi kilpailuttaa yhtenä kokonaisuutena. Sähköbussikaluston ja latausjärjestelmän huolto ja koulutus kannattaa kilpailuttaa osana kaluston ja latauslaitteiden hankintaa. Liikennöitsijä hankkisi sähköbussikaluston sekä liikennöitsijä tai varikon omistaja varikolle sijoitetut latauslaitteet. Liikennöitsijä, kaupunki tai joukkoliikenteen toimivaltainen viranomainen hankkisi mahdolliset bussilinjan varrelle sijoitetut latauslaitteet. Haastateltujen mielestä sopiva sähköbussiliikenteen sopimuskauden pituus on 10 vuotta.

Haastateltujen toimijoiden mukaan avoin hankintamenettely on sähköbussiliikenteen kilpailutuksessa haasteellinen. Siinä dialogi tilaaja- ja tarjoajaosapuolten välillä jää usein hyvin vähäiseksi tai puuttuu kokonaan. Parhaana lähtökohtana sähköbussiliikenteen kilpailutukselle ja hankinnalle nähtiin toimintatavat, joissa suunnittelu tapahtuu aidosti yhteistyössä tilaajan ja tarjoajan välillä.

Jatkotoimenpiteenä suositellaan viranomais- ja toimijayhteistyön lisäämistä. Monipuolinen yhteistyö on olennaista muun muassa sähköbussiliikenteen kokemusten jakamiseksi, yhtenäisten kilpailutusmallien luomiseksi sekä kalustovaatimusten yhtenäistämiseksi suomalaisten kaupunkiseutujen välillä.

**Annakaisa Lehtinen, Leena Gruzdaitis och Nelli Frilander: Fortsatt utredning om främjande av elbussar i stadsregioner i Finland – Aktörernas synpunkter.** Trafikverket, trafiktjänstger. Helsingfors 2018. Trafikverkets undersökningar och utredningar 23/2018. 32 sidor och 2 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-546-4.

## Sammanfattning

Det här arbetet är en fortsättning på den utredning som publicerades våren 2017. I den granskades elbusstrafiken i Finland ur städernas och kollektivtrafikens behöriga myndigheters perspektiv.

Syftet med arbetet var att reda ut vilka synpunkter på elbusstrafiken leverantörerna av materiel och laddutrustning, trafikidkarna samt energi- och elnätsbolagen har. I arbetet utredde man elbusstrafiken med perspektivet hos aktörer som står utanför myndigheterna bland annat när det gäller igångsättningen av elbusstrafik, elbusstrafikens konkurrensutsättning och ordnande av upphandling samt laddsystemet. I arbetet utreddes dessutom aktörernas erfarenheter av elbusstrafik utanför den finländska marknaden till den del dessa var en naturlig del av aktörens marknadsområde.

I arbetet genomfördes en elektronisk enkät och nio intervjuer. Den elektroniska enkäten, som fick 25 svar, genomfördes 27.10–10.11.2017. Intervjuerna gjordes i november–december 2017. Bland dem som besvarade enkäten och deltog i intervjuerna fanns leverantörer av materiel och laddutrustning, trafikidkare, energi- och elnätsbolag, laddoperatörer och Bussförbundet.

Enligt de intervjuade aktörerna är beställarna i en nyckelposition om elbusstrafik ska bli allmän. I praktiken är det en fråga om hur högt beställarna värderar elbusstrafiken. De intervjuade aktörerna anser att målsättningen bör vara att ordna busstrafiken på ett så effektivt och ekonomiskt sätt som möjligt oberoende av drivkraft.

De intervjuade anser att elbussarna och laddsystemet bör konkurrensutsättas som en helhet. Underhåll och utbildning i anslutning till elbussar och laddsystem bör konkurrensutsättas som en del av upphandlingen av materiel och laddare. Trafikidkaren skulle köpa elbussarna samt trafikidkaren eller depåägaren laddarna i depån. Trafikidkaren, staden eller behörig myndighet för kollektivtrafiken skulle skaffa de eventuella laddare som placeras ut längs busslinjen. De intervjuade anser att 10 år är en lämplig avtalsperiod för elbusstrafik.

De intervjuade aktörerna anser att ett öppet upphandlingsförfarande är en utmaning i konkurrensutsättningen av elbusstrafiken. Där blir dialogen mellan beställarna och anbudsgivarna ofta mycket ringa eller obefintlig. Aktörerna anser att bästa utgångspunkt för konkurrensutsättning och upphandling av elbusstrafik är handlingsätt där planeringen sker i genuint samarbete mellan beställaren och anbudsgivaren.

Som fortsatt åtgärd rekommenderas ett utökat samarbete mellan myndigheterna och aktörerna. Ett mångsidigt samarbete är väsentligt bland annat för att dela erfarenheter inom elbusstrafiken, för att skapa enhetliga mallar för konkurrensutsättning samt så att materielkraven mellan stadsregionerna i Finland blir enhetliga.

**Annakaisa Lehtinen, Leena Gruzdaitis and Nelli Frilander: Further study on the promotion of electric buses in Finnish urban regions – Actors' views.** Finnish Transport Agency, Traffic Services. Helsinki 2018. Research reports of the Finnish Transport Agency 23/2018. 32 pages and 2 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-546-4.

## Abstract

This study is a follow-up of the study published in the spring of 2017 concerning electric bus services in Finland from the perspective of cities and competent public transport authorities.

The aim of this study was to examine the views of vehicle and charging equipment suppliers, transport operators and energy and electricity distribution companies on electric bus services. The study examined the views of actors other than authorities in the field of electric bus services on, for example, the start-up of electric bus services, the organisation of competitive tendering and procurement of electric bus services, and the charging system. Moreover, the study examined the actors' experiences of electric bus services outside the Finnish market insofar as they were a natural part of the actor's market.

The work included an electronic survey and nine interviews. The electronic survey was carried out from 27 October to 10 November 2017, to which there were 25 replies. The interviews were held in November/December 2017. The actors who replied to the survey and participated in the interviews included vehicle and charging equipment suppliers, transport operators, energy and electricity distribution companies, charging operators and the Finnish Bus and Coach Association.

According to the interviewed actors, the clients play a key role in the growth of electric bus services. In practice, it is a question of how high the clients value electric bus services. The interviewed actors feel that the objective should be organising the bus services as effectively and economically as possible regardless of the energy source.

In the opinion of the interviewed actors, the electric bus fleet and charging system should be put out to tender as a single entity. It would be advisable to tender out the maintenance and training related to the electric bus fleet and charging system as part of the procurement of vehicles and charging equipment. The transport operator would acquire the electric bus fleet, and the charging equipment to be located at the bus depot would be acquired by the transport operator or the depot owner. The transport operator, city or competent public transport authority would acquire any charging equipment to be located by the bus line. According to the interviewed actors, a suitable term for an electric bus services contract is 10 years.

The interviewed actors consider open procurement procedure to be challenging in the competitive tendering of electric bus services. In this procedure, the dialogue between the client and tenderers is often minimal or entirely non-existent. Practices in which planning genuinely takes place in cooperation between the client and tenderer were considered the best starting point for the competitive tendering and procurement of electric bus services.

The recommended further measure is increasing the cooperation among the authorities and actors. Versatile cooperation is essential in order to, for example, share experiences of electric bus services, create uniform tendering models and harmonise equipment requirements among the Finnish urban regions.

## Esipuhe

Tämä työ on jatkoselvitys sähköbussien edistämiseksi suomalaisilla kaupunkiseuduilla -selvitykselle, joka on julkaistu osana Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä -sarjaa (21/2017).

Työssä selvitetään kalusto- ja latauslaitetoimittajien, liikennöitsijöiden sekä energia- ja sähköverkkoyhtiöiden näkemyksiä sähköbussiliikenteeseen. Jatkoselvityksen tilaaja on Liikennevirasto. Työn ohjausryhmään ovat kuuluneet Liikennevirastolta Laura Langer ja Anni Hytti sekä konsultilta Annakaisa Lehtinen ja Leena Gruzdaitis.

Työssä toteutettiin sähköinen kysely 27.10.–10.11.2017. Kysely toimitettiin noin 30:lle toimijalle. Toimijoiden joukossa oli kalusto- ja latauslaitetoimittajia, liikennöitsijöitä, energia- ja sähköverkkoyhtiöitä sekä latausoperaattoreita. Kyselyyn saatiin 25 vastausta.

Lisäksi työssä toteutettiin yhdeksän haastattelua. Haastateltavat toimijat valittiin kyselyssä kiinnostuksensa ilmoittaneiden joukosta mahdollisimman monipuolisen haastattelujoukon varmistamiseksi. Haastatteluihin osallistuivat kalusto- ja latauslaitetoimittajia, liikennöitsijöitä, latausoperaattori ja Linja-autoliitto. Haastattelut suoritettiin marras-joulukuussa 2017.

Työn tekemisestä ovat vastanneet Trafix Oy:ssä Annakaisa Lehtinen, Leena Gruzdaitis ja Nelli Frinlander.

Työ alkoi syyskuussa 2017 ja päättyi maaliskuussa 2018.

Helsingissä huhtikuussa 2018.

Liikennevirasto

Liikenteen palvelut -osasto, Joukkoliikenteen palvelut -yksikkö



## Käsitteitä

HSL	Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä
Hybridibussi	Bussi, jonka käyttövoimana on sekä sähkö että diesel-polttoaine ja energiavarastona akut
Induktiolataus	Sähköbussin alapuolelta tapahtuva automaattinen latausmenetelmä (ei käytössä suomalaisilla kaupunkiseuduilla)
Kaapelilataus	Kaapelilla kytkettävä pienitehoinen langallinen lataus
Latausoperaattori	Lataussovelluksen ja latauspalvelun toimittaja. Latauspalveluun voi sisältyä mm. lataustapahtumien seuranta ja raportointi sekä latauslaitteiden tekninen valvonta ja huoltotoimenpiteiden koordinointi.
Pantografi	Sähköbussin katolle tai vaihtoehtoisesti latauslaitteeseen asennettava komponentti, joka välittää sähkövirtaa bussiin sitä ladattaessa
Pikalataus	Bussilinjan varrella suoritettava lyhytkestoinen sähköbussin lataus (esimerkiksi virroitinlataus tai induktiolataus)
Päätepysäkkilataus	Sähköbussiliikenteen järjestämistapa, jossa sähköbussseja ladataan päivän aikana linjan varrella ja lähtökohtaisesti myös bussivarikolla yön aikana
Tarjoaja	Toimija, joka on jättänyt kilpailutuksessa tarjouksen. Bussiliikenteen kilpailutuksessa tilaajan suuntaan tarjoaja on yleensä liikennöitsijä ja liikennöitsijän suuntaan tarjoaja on yleensä kalusto- ja/tai latauslaitetoimittaja.
Tilaaja	Toimija, joka on järjestänyt kilpailutuksen ja sitoutunut ostamaan tarjouspyynnön mukaisen palvelun, tavaratoimituksen tai urakan. Bussiliikenteen kilpailutuksessa tilaajana toimii yleensä kaupunki tai joukkoliikenteen toimivaltainen viranomainen.
TKL	Tampereen Kaupunkiliikenne Liikelaitos
Sähköbussi	Bussi, jonka käyttövoimana on sähkö ja energiavarastona akut
Varikkolataus	Bussivarikolla suoritettava sähköbussin lataus. Sähköbussiliikenne voi perustua myös pelkkään varikkolataukseen, jolloin se on toinen sähköbussiliikenteen järjestämistapa päätepysäkkilatauksen ohella.

## Virroitinlataus

Sähköbussin yläpuolelta tapahtuva automaattinen ja suuritehoinen latausmenetelmä (käytössä suomalaisilla kaupunkiseuduilla Espoossa, Helsingissä, Tampereella ja Turussa)

# Sisällysluettelo

1	JOHDANTO .....	10
1.1	Työn tausta .....	10
1.2	Työn tavoitteet ja rajaukset .....	10
1.3	Tutkimusmenetelmät .....	11
2	TOIMIJOIDEN NÄKEMYKSIÄ SÄHKÖBUSSILIIKENTEESTÄ .....	12
2.1	Liikenteen käynnistäminen .....	12
2.2	Kilpailutus ja hankinta .....	16
2.3	Latausjärjestelmä .....	19
2.4	Kansainväliset kokemukset .....	23
2.5	Muita keskeisiä tuloksia .....	25
3	SÄHKÖBUSSIEN EDISTÄMINEN SUOMESSA .....	26
4	PÄÄTELMÄT JA JATKOTOIMENPITEET .....	29
	LÄHTEET .....	32
LIITTEET		
Liite 1	Kyselyn tulokset	
Liite 2	Haastattelurunko	

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Liikennevirasto tilasi yhdessä Lahden, Oulun, Porin ja Vantaan kaupunkien kanssa selvityksen sähköbussien edistämiseksi suomalaisilla kaupunkiseuduilla syyskuussa 2016. Työ valmistui alkuvuonna 2017 ja on julkaistu osana Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä -sarjaa (21/2017).

Selvityksessä tarkasteltiin sähköbussiliikennettä Suomessa kaupunkien ja joukkoliikenteen toimivaltaisten viranomaisten näkökulmasta. Työn tavoitteena oli edistää sähköbussien käyttöönottoa Suomessa ja tätä kautta tukea hallituspoliittisten, kansallisten ja EU-tason ilmastotavoitteiden toteutumista. Liikenne- ja viestintäministeriö on esittänyt, että sähkön osuus kaupunkien bussi- ja jakeluliikenteessä on oltava vähintään 70 % vuonna 2050 (LVM 2013).

Työn kuluessa tuli esille, että sähköbussiliikenteeseen liittyvä toimijakenttä poikkeaa perinteisistä dieselbussiliikenteen toimijoista. Toimijoiden roolit voivat vaihdella huomattavastikin kaupunkiseutujen välillä. Lisäksi toimijoiden näkemykset sähköbussiliikenteestä voivat olla keskenään ristiriitaisia.

Selvityksen jatkotoimenpiteissä suositeltiin tarkasteltavan sähköbussiliikennettä myös kalusto- ja latauslaitetoimittajien, liikennöitsijöiden sekä energia- ja sähköverkko-yhtiöiden näkökulmasta. Jatkotoimenpidetarpeen pohjalta käynnistettiin tämä jatkoselvitys syyskuussa 2017.

## 1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset

Tämän työn tavoitteena on selvittää kalusto- ja latauslaitetoimittajien, liikennöitsijöiden sekä energia- ja sähköverkko-yhtiöiden näkökulmaa sähköbussiliikenteestä tarkemmin. Jatkoselvityksellä pyritään täydentämään aiemman selvityksen näkökulmaa kattamaan kaikki keskeiset sähköbussiliikenteen toimijat.

Työssä selvitetään sähköbussiliikenteen viranomaistahojen ulkopuolisen toimijoiden näkökulmia muun muassa sähköbussiliikenteen käynnistämiseen, sähköbussiliikenteen kilpailutuksen ja hankinnan järjestämiseen, latausjärjestelmään sekä toimijoiden rooleihin vastuu- ja omistussuhteiden näkökulmasta. Työssä selvitettiin lisäksi toimijoiden kokemuksia sähköbussiliikenteestä Suomen markkinoiden ulkopuolella siltä osin, kun ne olivat luonteva osa toimijan markkina-aluetta.

Työn tarkoituksena on antaa monipuolisempaa ja täydentävää näkemystä suhteessa aiempaan selvitykseen. Jatkoselvityksen tulokset on tarkoitettu huomioitavaksi sähköbussiliikenteen käyttöönotossa suomalaisilla kaupunkiseuduilla. Ne hyödyttävät kaikkia kaupunkiseutuja, jotka suunnittelevat sähköbussien käyttöönottoa sekä toimijoita, jotka osallistuvat sähköbussiliikenteen aloittamiseen.

## 1.3 Tutkimusmenetelmät

Työ toteutettiin kyselyllä sekä sitä täydentävillä ja syventävillä haastatteluilla. Kyselyn ja haastattelujen kohteena oli pääosin kotimaiset toimijat, mutta osa toimijoista työskentelee myös globaaleilla markkinoilla.

Kysely toimi alustavana työvaiheena haastatteluille. Kyselyn avulla työssä tehtävät haastattelut saatiin kohdennettua paremmin palvelemaan työn tavoitteita. Kyselyn tulosten perusteella pyrittiin tunnistamaan mahdolliset erilaiset näkemykset sähköbussiliikenteestä ja valitsemaan erilaisia näkemyksiä omaavat toimijat haastateltavaksi. Näin pyrittiin välttämään mahdollinen yhdensuuntaisten näkemysten toistuminen haastattelujen edetessä.

Kysely toteutettiin sähköisenä ja kohderyhmänä olivat työssä tunnistetut viranomais- tahojen ulkopuoliset sähköbussiliikenteen toimijat. Kysely toimitettiin noin 30:lle toimijalle ja oli avoinna 27.10.–10.11.2017. Toimijoiden joukossa oli kalusto- ja latauslaitetoimittajia, liikennöitsijöitä, energia- ja sähköverkkoyhtiöitä sekä latausoperaattoreita. Kyselyyn saatiin 25 vastausta.

Lisäksi työssä toteutettiin yhdeksän haastattelua. Haastateltavat toimijat valittiin kyselyssä kiinnostuksensa ilmoittaneiden joukosta mahdollisimman monipuolisen haastattelujoukon varmistamiseksi. Haastatteluihin osallistuivat kalusto- ja latauslaitetoimittajia, liikennöitsijöitä, latausoperaattori ja Linja-autoliitto. Työssä haastateltiin sähköbussitoimijoita sekä toimijoita, joilla ei ole vielä kokemusta sähköbussiliikenteestä, mutta joilla oli kiinnostusta sähköbussiliikenteen aloittamiseen. Haastattelut suoritettiin marras-joulukuussa 2017.

Raportin luvussa 2 "Toimijoiden näkemyksiä sähköbussiliikenteestä" on esitetty kyselyn ja haastattelujen keskeisimmät tulokset.

## 2 Toimijoiden näkemyksiä sähköbussiliikenteestä

### 2.1 Liikenteen käynnistäminen

Toimijat olivat yhtä mieltä siitä, että tavoitteena tulisi olla bussiliikenteen järjestäminen mahdollisimman tehokkaasti ja taloudellisesti käyttövoimasta riippumatta. Tilaa-ajan päätettävissä kuitenkin on, kuinka se arvottaa sähköisen bussiliikenteen. Esimerkiksi nykyinen bussilinjojen kalustokierto on tiukka, joten sähköbussiliikenteeseen siirtäessä kalustokierto ja kaluston määrä on todennäköisesti suunniteltava uudelleen ja kalustomäärän lisäämiseen on varauduttava. Kalustomäärän lisääminen linjalle nostaa kuitenkin bussiliikenteen kustannuksia.

Sähköbussiliikenteen käynnistämisen osalta haastatteluissa oli tunnistettavissa selkeä ero pienempien toimijoiden ja suurten globaalien toimijoiden näkemyksissä. Pienet toimijat, erityisesti liikennöitsijät toivoivat, että suomalaiset kaupunkiseudut eivät kiirehtisi sähköbussiliikenteeseen. Lisäksi pienet toimijat korostivat muidenkin käyttövoimien, kuten biodieselin, huomioimista bussiliikenteessä. Osa toimijoista toi esille, että tavoitteena tulisi olla bussiliikenteen päästöjen vähentäminen, ei sähköbussiliikenne.

Suuret globaalit toimijat, erityisesti kalusto- ja latauslaitetoimittajat, toivoivat nopeampaa siirtymistä sähköbussiliikenteeseen. He korostivat, että bussiliikenteen sähköistämistä tulee tarkastella suurina kokonaisuuksina. Suuret sähköbussiliikenteen kokonaisuudet mahdollistavat hyödyt kustannuksissa, paikallispäästöissä ja matkustajatyytyväisyydessä.

#### Päätöpysäkkilataus vai varikkolataus

Liikenteen käynnistämisessä keskeinen kysymys on, järjestetäänkö sähköbussiliikenne päätöpysäkkilatausta vai pelkkää varikkolatausta käyttäen. Suuri osa haastatelluista toimijoista näki, että sähköbussiliikenteen järjestämistapa on valittavissa tapauskohtaisesti. Kyselyssä kuitenkin korostui muutama toimija, joiden mielestä sähköbussiliikenne tulisi järjestää ehdottomasti joko päätöpysäkkilatausta tai pelkkää varikkolatausta käyttäen.

Työssä esille nousseita päätöpysäkkilatauksen ominaisuuksia ovat:

- Pieni akkukapasiteetti (noin 50-80 kWh) -> akkujen massa ja tilantarve pieni
- Säännöllinen lataustarve liikennöinnin aikana -> rajaton päivittäinen operointisäde
- Suuret latausinfrastruktuuri-investoinnit
- Häiriöherkempi kuin varikkolataus
- Latausinfrastruktuurin rakentaminen haasteellista

Työssä esille nousseita varikkolatauksen ominaisuuksia ovat:

- Suuri akkukapasiteetti (noin 300 kWh) -> akkujen massa ja tilantarve suuri
- Koko päivän liikennöinti ilman latauksia -> rajallinen päivittäinen operoimisäde
- Pienet latausinfrastruktuuri-investoinnit, mutta kalliimpi sähköbussi
- Toimintavarmempi kuin päätepysäkkilataus
- Yksinkertainen hankintamenettely ja toteutus

Pelkkää varikkolatausta kannattavat näkivät, että akkuteknologian kehitys mahdollistaa tulevaisuudessa nykyistä kevyemmät ja tilantarpeeltaan pienemmät akut suuremmalla akkukapasiteetilla. Edellä mainittujen tekijöiden lisäksi myös akkuteknologian hinnan kehitys vaikuttaa varikkolatauksen kannattavuuteen.

Kyselyn perusteella päätepysäkkilataus soveltuu käytettäväksi erityisesti kaupunkien paikallisliikenteessä linjapituudeltaan kohtuullisen lyhyillä sekä liikennöintisuoritteeltaan ja kalustomäärältään suurilla bussilinjoilla. Varikkolatauksen osalta kyselyn tulos ei ollut yhtä selkeä, mutta nähdään, että varikkolataus soveltuu käytettäväksi kaupunkien paikallisliikenteessä liikennöintisuoritteeltaan tai kalustomäärältään pienillä bussilinjoilla. Pelkkää varikkolatausta käyttäen voidaan toteuttaa sekä linjapituudeltaan lyhyitä että pitkiä linjoja, koska järjestämistapa ei vaadi latausta linjan varrella.

Lisäksi haastatteluissa tuotiin esille, että sähköbussiliikenne kannattaa aloittaa niin sanotuilta kevyiltä bussilinjoilta. Kevyellä bussilinjalla tarkoitetaan tässä tapauksessa bussilinjoja, joissa on tasainen maasto (ei mäkiä) ja tasainen alusta (ei esim. mukalakivikatuja tai hidasteita).



Kuva 1. Sähköbussi odottaa Turun Satamassa seuraavaa lähtöä.

### **Energiankulutus**

Sähköbussien (2-akselinen kaupunkibussi) energiankulutus on noin 1 kWh/km. Varikkolatausta käytettäessä sähköbussien energiankulutus on kuitenkin hieman suurempi kuin päätepysäkkilatausta käytettäessä. Tämä johtuu siitä, että suuri akkukapasiteetti nostaa bussin painoa ja täten energiankulutusta.

Sähköbussiliikenteessä mahdollisimman pieni energiankulutus on olennainen muun muassa liikennöintikustannusten minimoimiseksi sekä operointisäteen maksimoimiseksi. Sähköbussien energiankulutusta kasvattavat haastateltujen mukaan merkittävimmin sää- ja ajo-olosuhteet, bussilinjan ominaisuudet sekä kuljettajan ajotapa.

Sää- ja ajo-olosuhteiden osalta energiankulutusta kasvattavia tekijöitä ovat ainakin kylmä ilma ja lumi. Kylmä ilma aiheuttaa tarpeen sähköbussin sisätilan ja akkujen lämmittämiseksi. Sähköbussin lämmitys kasvattaa haastattelujen perusteella energiankulutusta noin 10–50 %. Lämmityksen vaikutusta ajon aikaiseen energiankulutukseen voidaan kuitenkin minimoida bussin sisälämpötilaa optimoimalla, dieselkäyttöistä lisälämmittintä käyttämällä ja lämmittämällä sähköbussia latauksen yhteydessä varikolla ja päätepuskilla.

Haastattelujen perusteella Suomessa ja muualla Pohjoismaissa suositellaan sähköbussit varustettavan sähkökäyttöisen ilmalämpöpumpun lisäksi lisälämmittimellä. Lisälämmitin voi käyttää polttoaineenaan esimerkiksi dieseliä tai ympäristöystävällisempää biodieseliä. Lisälämmittimen ansiosta kylmän ilman vaikutus sähköbussin energiankulutukseen jää pieneksi. Lisälämmittimen kulutus on enintään 3 litraa tunnissa, mikä vastaa noin 15 litran kulutusta 100 kilometrillä.

Kuljettajan ajotavan vaikutus sähköbussin energiankulutukseen on haastattelujen perusteella noin 10–20 %. Ajotavan vaikutus voidaan minimoida säännölliseen kuljetajakoulutukseen panostamalla. Bussilinjan ominaisuuksien osalta energiankulutusta kasvattavia tekijöitä ovat haastattelujen perusteella ainakin suuri pysähdysten määrä, epätasainen alusta (esim. mukulakivikatu tai hidasteet) ja mäkinen maasto.

Molemmat edellä mainitut energiankulutusta kasvattavat tekijät ovat myös läsnä nykyisessä dieselbussiliikenteessä. Haastatteluissa kuitenkin arveltiin, että bussilinjan ominaisuuksien ja kuljettajan ajotavan vaikutus bussin energiankulutukseen mahdollisesti pienenee sähköbussiliikenteessä, jossa jarrutusenergian talteenotto on mahdollista.

### **Huoltokustannukset**

Haastatellut olivat yksimieleisiä siitä, että sähköbussissa on vähemmän huollettavia osia kuin dieselbussissa, mikä tukee näkemystä alhaisemmista huoltokustannuksista. Osa haastatelluista arveli, että sähköbussien huoltokustannukset voivat olla sähköbussiliikenteen alkuvaiheessa dieselbussien huoltokustannuksia suuremmat. Huoltokustannukset tasaantuvat todennäköisesti sähköbussiliikenteen yleistyessä, ollen myöhemmin dieselbussien huoltokustannuksia alhaisemmat. Esimerkiksi Tampereella sähköbussien huoltosopimus on nykyäänkin edullisempi kuin dieselbussien huoltosopimus.

Sähköbussiliikenteessä bussikaluston lisäksi myös latausjärjestelmä vaatii huoltoa. Haastattelujen perusteella todennäköisin tapa järjestää latausjärjestelmän huolto on kiinteähintainen huoltosopimus. Latausjärjestelmän huoltotarpeeseen vaikuttaa sen käyttöaste. Erään haastatellun mukaan latausjärjestelmän, joka sisältää kaksi bussilinjan varrella olevaa virroitinlatauslaitetta, huoltokustannukset ovat arviolta muutamia tuhansia euroja kuukaudessa.



### **Latausjärjestelmän ja sähköbussikaluston omistus**

Kyselyn ja haastattelujen tulosten perusteella toimijoiden mielestä bussiliikenteen tilaajan (kaupunki tai joukkoliikenteen toimivaltainen viranomainen) tulisi omistaa bussilinjan varrelle sijoitetut latauslaitteet. Tilaajan omistamat latauslaitteet mahdollistavat sen, että latauslaitteita käyttää useampi bussilinja ja liikennöitsijä.

Kyselyn ja haastattelujen tulosten perusteella ei nähty järkevänä, että liikennöitsijät omistaisivat bussilinjan varrelle sijoitetut latauslaitteet. Sähköbussikaluston määrä bussilinjalla tulisi olla suuri, jotta liikennöitsijän omistamien latauslaitteiden käyttöaste olisi riittävä niiden kannattavaan omistamiseen. Lisäksi mainittiin, että pienemmillä liikennöitsijöillä ei ole mahdollisuutta latausinfrastruktuurin omistukseen. Haastatteluissa nähtiin myös, että jos kullakin liikennöitsijällä olisi omat latauslaitteet linjan varrella, olisi vaikutus esimerkiksi kaupunkikuvaan negatiivisella tavalla merkittävä.

Haastatteluissa osa toimijoista näkee myös haasteita siinä, että tilaaja omistaa bussilinjan varrelle sijoitetut latauslaitteet. Yhtenä haasteena nähdään se, että tällöin liikennöitsijät ovat riippuvaisia tilaajan omistamien latauslaitteiden toiminnasta. Liikennöitsijöiden vaikutusmahdollisuus latauslaitteiden toimintaan tai esimerkiksi korjausviiveeseen vikatilanteissa on hyvin vähäinen. Toisena haasteena nähdään tilaajan hankkimien latauslaitteiden ja liikennöitsijän hankkimien sähköbussien yhteensopivuus.

Varikkolatauslaitteiden ja sähköbussikaluston omistuksen suhteen toimijat olivat hyvin yksimielisiä. Kyselyn ja haastattelujen tulosten perusteella toimijoiden mielestä varikon omistajan tai liikennöitsijän tulee omistaa varikolle sijoitetut latauslaitteet. Toimijoiden mielestä liikennöitsijä hankkii sähköbussikaluston. Liikennöitsijällä on mahdollisesti sähköbussikalustosta leasing-sopimus kalustotoimittajan kanssa.

Sopimuskauden päätyttyä tilaajan omistamat latauslaitteet jäävät tilaajan omistukseen. Liikennöitsijän omistamat latauslaitteet voivat jäädä joko liikennöitsijän tai tilaajan omistukseen. Tilaaja voi velvoittaa liikennöitsijää poistamaan bussilinjan varrelle sijoitetut latauslaitteet sopimuskauden päätyttyä tai vaihtoehtoisesti tilaaja voi sitoutua ostamaan bussilinjan varrelle sijoitetut latauslaitteet sopimuskauden päätyttyä. Jos bussilinjan varrelle sijoitetut latauslaitteet jäävät sopimuskauden päätyttyä tilaajan omistukseen, tulee niiden käyttöä edellyttää seuraavassa sähköbussiliikenteen kilpailutuksessa. Tämä voi mahdollisesti rajoittaa tarjoajien määrää, mutta toisaalta pienemmillä toimijoilla on tällöin paremmat mahdollisuudet osallistua sähköbussiliikenteen kilpailutukseen.

Sähköbussiliikenteen järjestämistapana varikkolatausta käytettäessä problematiikka bussilinjan varrelle sijoitettujen latauslaitteiden omistamisen suhteen poistuu. Sähköbussikalusto jää sähköbussiliikenteen järjestämistavasta riippumatta sopimuskauden päätyttyä liikennöitsijälle ja varikkolatauslaitteet niiden omistajalle (varikon omistaja tai liikennöitsijä).

## 2.2 Kilpailutus ja hankinta

Kyselyn perusteella sähköbussiliikenteen kannalta olennaisimmat kilpailutekijät ovat energian ja sähköbussikaluston hinta sekä henkilöstökustannukset. Lisäksi yli puolet kyselyyn vastanneista toimijoista näki olennaisena kilpailutekijänä latauslaitteiden sijoittamisen ja määrän. Suurin osa kyselyyn vastanneista toimijoista näki, että bussiliikenteen kilpailutuksessa kannattaa sallia niin sähköbussit, hybridibussit kuin dieselbussitkin vähintään niin, että bussiliikenteen ruuhkavuorojen ajaminen sallitaan tulevaisuudessakin hybridi- tai dieselbusseilla.

Haastateltujen mielestä sähköbussiliikenteen kilpailutus tulee toimimaan pääperiaatteiltaan samalla tavalla kuin nykyinen dieselbussiliikenteen kilpailutus:

- Kaupunki tai joukkoliikenteen toimivaltainen viranomainen toimii sähköbussiliikenteen tilaajana. Tilaaja kilpailuttaa ja sitoutuu ostamaan tarjouspyynnön mukaisen sähköbussiliikenteen.
- Tilaajan suuntaan sähköbussiliikenteen tarjoajina toimivat liikennöitsijät. Liikennöitsijät vastaavat tilaajan tarjouspyyntöön jättämällä sähköbussiliikenteestä tarjouksen.
- Liikennöitsijöiden suuntaan tarjoajina toimivat yleensä kalusto- ja/tai latauslaitetoimittajat.

Haastatteluissa toimijat olivat yhtä mieltä siitä, että sähköbussikalustoon liittyvä huolto ja koulutus on osa sähköbussikaluston hankintaa ja latausjärjestelmään liittyvä huolto ja koulutus on osa latausjärjestelmän hankintaa. Mahdollinen latausoperaattori voidaan kilpailuttaa osana latausjärjestelmän hankintaa.

Haastateltujen mielestä sopiva sähköbussiliikenteen sopimuskauden pituus on 10 vuotta (7+3 vuotta tai 8+2 vuotta). Riittävän pitkä sopimuskausi huomioi sähköbussiliikenteen suuremmat investointikustannukset. Haastateltujen mukaan sähköbussikaluston jälkimarkkinoita ei käytännössä nykyään ole, jolloin sähköbussikaluston investointikustannus tulee maksaa takaisin bussiliikenteen sopimuskauden aikana. Sähköbussiliikenteen jälkimarkkinoita on käsitelty tarkemmin luvussa 2.5.

### **Sähköbussiliikenteen kilpailutuksen kokonaisuudet**

Sähköbussiliikennettä voidaan hankkia joko niin, että bussikalusto ja latausjärjestelmä kilpailutetaan yhtenä kokonaisuutena tai niin, että bussikalusto ja latausjärjestelmä kilpailutetaan erikseen omina kokonaisuuksinaan. Jos bussikalusto ja latausjärjestelmä kilpailutetaan yhtenä kokonaisuutena, jää vastuu sähköbussikaluston ja latausjärjestelmän hankinnasta liikennöitsijöille. Tällöin liikennöitsijät kantavat vastuun sähköbussikaluston ja latausjärjestelmän yhteensopivuudesta. Haastatteluissa varsinkin suuret bussiliikenteen toimijat näkivät, että sähköbussikalusto ja latausjärjestelmä tulisi kilpailuttaa yhtenä kokonaisuutena.

Jos bussikalusto ja latausjärjestelmä kilpailutetaan erikseen, jää vastuu sähköbussikaluston hankinnasta liikennöitsijöille ja latausjärjestelmän hankinnasta kaupungille tai joukkoliikenteen toimivaltaiselle viranomaiselle. Tällöin kaupunki tai joukkoliikenteen toimivaltainen viranomainen sisällyttää sähköbussiliikenteen kilpailutukseen sähköbussiliikennöinnin, sähköbussikaluston ja sähköbussien huollon. Lisäksi lähes puolet

kyselyyn vastanneista toimijoista näki, että kilpailutukseen kannattaa sisällyttää tarpeellisten koulutusten järjestäminen. Latausjärjestelmä kilpailutetaan omana kokonaisuutenaan.

Haastatteluissa nousi kuitenkin selkeästi esille, että jos bussikalusto ja latausjärjestelmä kilpailutetaan erikseen omina kokonaisuuksinaan, on vastuu yhteensopivuudesta kaupungilla tai joukkoliikenteen toimivaltaisella viranomaisella. Tässä tapauksessa yhteensopivuuden varmistamiseksi sähköbussiliikenteen kilpailutus voitaisiin esimerkiksi porrastaa niin, että latausjärjestelmä kilpailutetaan ensin ja vasta sen jälkeen latausjärjestelmään sopiva sähköbussikalusto. Jos bussikalusto ja latausjärjestelmä kilpailutetaan erikseen haasteita voi aiheuttaa kalusto- ja infrahankintojen lisäksi sopimuskauden aikaiset vikatilanteet. Mitä pienemmiksi paloiksi kilpailutus on jaettu, sitä haastavampaa on löytää sopimuskauden aikana yhteisymmärrys sähköbussiliikenteen vastuunjaosta.

Sähköbussikaluston ja latausjärjestelmän kilpailuttamista erikseen puollettiin lähinnä siitä näkökulmasta, että tällöin pienemmilläkin toimijoilla on paremmat mahdollisuudet osallistua kilpailutukseen. Lisäksi haastatteluissa mainittiin, että tällöin kaluston ja infran hyviä ja huonoja puolia voidaan tarkastella toisistaan riippumatta.

Haastatteluissa osa toimijoista toivoi kilpailutusta nykyistä suurempina kokonaisuuksina. Suuremmilla kokonaisuuksilla tarkoitettiin yksittäisten linjojen kilpailutusten sijasta useiden linjojen ja kokonaisten alueiden kilpailutuksia. Toimijoiden mukaan suuremmat kilpailutuskokonaisuudet mahdollistavat tehokkaan ja taloudellisen sähköbussiliikenteen järjestämisen. Haastatteluissa nousi esille, että muualla maailmalla sähköbussiliikenteen kilpailutuskokonaisuudet ovat Suomen kilpailutuksia suurempia. Osa haastateltavista olikin sitä mieltä, että Suomessa ei kannata siirtyä ainakaan nykyistä pienempiin bussiliikenteen kilpailutusten kokonaisuuksiin.

Suurten kokonaisuuksien kilpailutukset ovat kuitenkin haasteellisia pienemmille toimijoille. Mitä suurempi kilpailutuskokonaisuus, niin sitä vaikeampi pienten toimijoiden on osallistua tarjouskilpailuun. Kaupungit ja joukkoliikenteen toimivaltaiset viranomaiset asettavat sähköbussiliikenteen tavoitteet. Sähköbussiliikenteen tavoitteeksi voidaan asettaa tehokkaan ja taloudellisen bussiliikenteen järjestäminen tai tavoitteilla voidaan tukea monipuolista markkinatilannetta, jossa myös pienillä toimijoilla on mahdollisuus osallistua tarjouskilpailuun.



Kuva 2. Sähköbussi liikenteessä Tampereella.

### Hankintamenettely

Haastatteluissa nousi esille, että avoin hankintamenettely nähdään sähköbussiliikenteessä haasteellisena. Avoimessa hankintamenettelyssä dialogi tilaaja- ja tarjoaja-osapuolten välillä jää usein hyvin vähäiseksi tai puuttuu kokonaan. Haastatellut toimijat toivoivat sähköbussiliikenteen kilpailutuksessa käytettävän neuvottelumenettelyä, jätettävän varaa sopimusneuvotteluille sekä järjestettävän markkinavuoropuhelutilaisuuksia osana hankintaprosessia.

Markkinavuoropuhelutilaisuuksien osalta nähtiin tärkeänä tilaaja- ja tarjoajaosapuolten välisen dialogin mahdollistaminen. Tämän osalta toivottiin myös mahdollisuutta kaksin keskiselle keskustelulle. Lisäksi korostettiin, että markkinavuoropuhelussa esille tulleet toimijoiden näkemykset tulee myös huomioida hankinta-asiakirjoissa.

### Tilaajan ja tarjoajan välinen suunnitteluvastuu

Edellä mainittujen näkökulmien lisäksi haastatteluissa nousi esille suunnitteluvastuun merkitys sähköbussiliikennettä kilpailutettaessa ja hankittaessa. Nykyään Suomessa bussiliikenteen kilpailutuksissa tilaajan suunnitteluvastuu on suuri. Se, että tilaaja määrittää tarjouspyynnössä mahdollisimman paljon asioita tarkasti, on haastateltujen toimijoiden mukaan epätarkoituksenmukaista ja haastavaa tarjoajille.

Tarjoajille haasteita aiheuttavat epäselvät, puutteelliset tai virheelliset määrittelyt sekä epäoleellisten asioiden liiallinen huomioiminen tarjouspyynnössä. Suomalaisilla kaupunkiseuduilla esimerkiksi kalustovaatimukset ovat usein niin tiukkoja, että osa kalustovalmistajista jättäytyy tämän vuoksi kokonaan tarjouskilpailun ulkopuolelle. Toisena esimerkkinä tuotiin esille, että jos sähköbussiliikenteen kilpailutuksessa latausjärjestelmä määritetään tarkasti jo tarjousvaiheessa, sulkee tämä automaattisesti osan kalusto- ja latauslaitetoimittajista tarjouskilpailun ulkopuolelle.

Haastatteluissa toimijat toivoivatkin sähköbussiliikenteen kilpailutuksissa tarjoajille nykyistä enemmän liikkumavaraa. Tämä tarkoittaisi sähköbussiliikenteen kilpailutuksissa tarjoajien suunnitteluvastuun lisäämistä ja vaatimusten väljentämistä. Haastatteluissa ehdotettiin, että tilaaja määrittäisi reunaehdot ja tavoitteet bussiliikenteelle

(mm. päästöt, melu, palvelutaso, luotettavuus) ja tarjoajan suunniteltavaksi jätettäisiin bussiliikenteen käyttövoima, kalustoratkaisut ja mahdollinen latausjärjestelmä.

Tarjoajien suunnitteluvastuun lisääminen sähköbussiliikenteen kilpailutuksissa mahdollistaisi haastateltavien mukaan hyvien ratkaisujen löytymisen. Haastatteluissa tuotiin esille, että mitä suurempi on tilaajan suunnitteluvastuu, niin sitä vähemmän saadaan eroja tarjoajien ja tarjousten välille. Toimijat näkivät, että suuremmissa kaupungeissa sähköbussiliikenteen suunnitteluvastuu voisi olla enemmän tilaajalla ja pienemmissä kaupungeissa tai kunnissa enemmän tarjoajilla.

Parhaana lähtökohtana sähköbussiliikenteen kilpailutukselle ja hankinnalle nähtiin toimintatavat, joissa suunnittelu tapahtuu aidosti yhteistyössä tilaajan ja tarjoajan välillä. Tämän voisi mahdollistaa keskinäinen vuoropuhelu, tarjouspyynnön vaatimusten väljentäminen sekä nykyistä joustavammat sopimukset.

Haastatteluissa yhtenä ehdotuksena nousi esille sähköbussiliikenteen kilpailutusmalli, jossa jokaiselta tarjoajalta veloitetaan kahta tarjousta. Ensimmäinen tarjous olisi tilaajan vaatimusten mukainen (tilaajan suunnitteluvastuu suuri, liikennöinti tarkkaan määritetty) ja toinen tarjous olisi tarjoajan suunnitelman mukainen (tilaaja määrittänyt ainoastaan tavoitteet ja reunaehdot bussiliikenteelle). Näin pystyttäisiin lisäämään tarjoajien suunnitteluvastuuta sähköbussiliikenteen kilpailutuksessa tilaajan suunnitteluvastuuta vähentämättä. Tilaajalla on viimekädessä oikeus päättää, kumman näistä kahdesta tarjouksesta se valitsee.

## 2.3 Latausjärjestelmä

Haastattelujen mukaan varikkolataus tulee mahdollistaa sähköbussiliikenteen järjestämistavasta riippumatta. Sähköbussiliikenteen järjestämistä ilman varikkolatausta ei nähty järkevänä. Bussivarikon omistaja tai liikennöitsijä voi järjestää latauksen varikolla parhaaksi katsomallaan tavalla. Kyselyn tulosten perusteella toimijat näkevät, että lataus varikolla voidaan mahdollistaa monin eri tavoin (jokaiselle sähköbussille oma kaapelilatauslaite, bussien yhteiskäytössä olevia kaapelilatauslaitteita, varikolla kaapelilatauslaitteita ja virroitinlatauslaitteita).

Haastatellut näkivät, että lataus varikolla tulisi järjestää lähtökohtaisesti kaapelilatauksena. Kaapelilataus voidaan toteuttaa niin, että jokaisella sähköbussilla on oma latauslaite tai niin, että sähköbussit yhteiskäyttävät latauslaitteita. Kaapelilataustehot ovat pieniä noin 20–50 kW ja varikkolataustapahtuma kohtuullisen hidas. Varikolla kaapelilatauksen operoinnista vastaa sähköbussien huoltohenkilökunta.

Nykyään suomalaisilla kaupunkiseuduilla varikolla jokaiselle sähköbussille on hankittu yleensä oma kaapelilatauslaite, mutta haastattelujen perusteella latauslaitteita voitaisiin myös yhteiskäyttää. Kaapelilatauslaitteiden yhteiskäyttö on mahdollista lataustehoa jakamalla. Tällöin kaapelilatauslaitteen riittävä latausteho ja useampi sähkösyöttö mahdollistaa latauslaitteen yhteiskäytön. Standardoinnin myötä toivottavasti myös latauspistokkeet ovat yhteensopivia eri kalustovalmistajien sähköbusseihin.

Varikolla kaapelilatauslaitteiden yhteiskäyttöä helpottaa ja bussien operointitarvetta varikolla pienentää lataussovellusten hyödyntäminen varikkolatauksen suorittamisessa. Lataussovellusten avulla on mahdollista automatisoida lataustapahtumien suorittamista. Lataustapahtumien automaattinen ajoitus sekä mahdollisuus etäohjaukseen mahdollistavat muun muassa varikon sähköverkon kuormituksen ja energiankulutuksen tasaamisen.

Haastatteluissa ei noussut erityisemmin esille tarvetta virroitinlataukseen varikolla. Virroitinlatausta voitaisiin käyttää varikolla sekä pienitehoiseen hidaslataukseen että suuritehoiseen pikalataukseen. Haastatteluissa nähtiin, että lähtökohtaisesti pelkkä pienitehoinen kaapelilataus varikolla on riittävä sähköbussien yön aikaiseen lataukseen. Bussivarikon omistajien ja liikennöitsijöiden kannattaa varautua sähköbussiliikenteeseen mahdollistamalla varikolle riittävä sähköverkko ja latauskapasiteetti.

### **Lataus bussilinjalla**

Kyselyyn vastanneiden ja haastateltujen toimijoiden mielestä pikalataus tulisi järjestää virroitinlatausta käyttäen. Sähköbussien pikalatauksen järjestäminen induktiolatausta käyttäen ei noussut esille kyselyn tuloksissa eikä haastatteluissa. Kyselyn perusteella suuri osa toimijoista suosittelee virroitinlatauslaitteiden sijoittamista bussilinjalle niin, että latauslaitetta käyttää useampi bussilinja. Toimijoiden näkemyksen mukaan virroitinlatauslaitteet tulisi sijoittaa ensisijaisesti bussilinjan päätepysäkeille ja joukkoliikenneterminaaleihin.

Bussilinjalla suoritettavan latauksen osalta haastatteluissa nousi esille sähköverkon kapasiteetin riittävyys. Sähköverkon kapasiteetin riittävyys tulee ottaa huomioon latausjärjestelmän suunnittelussa ja virroitinlatauslaitteiden sijoittamisessa. Kaupunkien sähköverkkoa ei ole lähtökohtaisesti suunniteltu niin, että sen kapasiteetti olisi riittävä sähköbussien pikalataukseen. Erityisesti kaupunkikeskustoissa sähköverkon kapasiteetin riittävyys on jo nykyisellään haaste, ilman sähköbussien virroitinlatausta.

Erään haastatellun mukaan sähköverkon vahvistaminen on kallista. Sähköbussin pikalataukseen tarvittavan keskijännitekaapelin rakentaminen maksaa kymmeniä tuhansia euroja kilometritä. Tämän takia on suositeltavaa, että sähköbussien virroitinlatauslaitteet rakennetaan mahdollisimman lähelle olemassa olevia muuntamoita.

Sähköverkon kapasiteetin riittävyyden lisäksi haastatteluissa tuotiin esille, että bussilinjalla suoritettava lataus tulisi mahdollistaa jo kaavoituksessa muun muassa tilavarauksina. Lisäksi suunnittelussa tulisi huomioida latausjärjestelmän toimivuus tilanteissa, jossa useat liikennöitsijät liikennöivät sähköbusseja usealla bussilinjalla. Sähköbussien lataus bussilinjalla on kohtuullisen helposti järjestettävissä, niin kauan kun virroitinlatauslaitetta käyttää vain yksi liikennöitsijä ja yksi bussilinja. Lataustapahtumien suorittaminen bussilinjalla monimutkaistuu kuitenkin sähköbussien yleistyessä, kun virroitinlatauslaitetta käyttää mahdollisesti useat liikennöitsijät ja bussilinjat.

Haastatteluissa tuotiin esille mahdollisten latausjärjestelmän vikatilanteiden kerrannaisvaikutukset bussilinjoilla. Jos esimerkiksi bussilinjan lähtö myöhästyy tai jää kokonaan ajamatta virroitinlatauslaitteen vikatilanteen takia on sillä vaikutuksia asiakastytyväisyyden lisäksi liikennöitsijän bonuksiin ja sanktioihin. Haastatteluissa arveltiin, että sähköbussiliikenteen yleistyessä bussiliikenteen häiriönhallinnan rooli korostuu entisestään.

### **Virroitinlatauksen standardit**

Sähköbussien yhtenäiseen latausjärjestelmään tähtäävä standardointityö on käynnissä. Nykyään standardien puuttumisen ja erilaisten latausjärjestelmän toteutustapojen käytön merkittävimpinä haasteina nähdään sähköbussiliikenteen jälkimarkkinoiden epävarmuus. Esimerkiksi suomalaisilla kaupunkiseuduilla toteutetut virroitinlatausjärjestelmät eivät ole kaupunkiseutujen välillä keskenään yhteensopivia. Merkittäväksi kysymykseksi on virroitinlatauksen standardien osalta noussut pantografin sijoittaminen.

Virroitinlatauksessa pantografi voidaan sijoittaa joko sähköbussin katolle tai vaihtoehtoisesti latauslaitteeseen. Sähköbussissa pantografi voidaan edelleen sijoittaa joko etuakselin kohdalle tai taka-akselin kohdalle. Haastateltujen mukaan suuressa osassa toteutetuista virroitinlatausjärjestelmistä (Suomessa ja muualla maailmalla) pantografi on sijoitettu bussiin. Lisäksi toimijoiden kesken ollaan yksimieleisiä siitä, että latauksen tulee pantografin sijainnista riippumatta tapahtua bussin etuakselin kohdalla. Tällöin sähköbussin pysäköiminen latauslaitteelle on helpompaa.

Pantografin sijaitessa sähköbussissa haastateltavat näkivät positiivisina ominaisuuksina sen, että langatonta kommunikaatioyhteyttä sähköbussin ja latauslaitteen välillä ei lataustapahtuman käynnistämiseksi tarvita. Lisäksi sähköbussin pysäköimisessä latauslaitteelle on tällöin enemmän liikkumavaraa. Negatiivisina ominaisuuksina nähtiin kuitenkin se, että bussissa pantografi altistuu sääolosuhteille ja jatkuvalle liikennetärinälle. Sähköbussissa sijaitsevassa pantografissa on suurempi huollon tarve ja tällöin huollettavia pantografeja useita (jokaisessa sähköbussissa oma pantografi). Lisäksi pantografin tilantarve sähköbussin katolla on kohtuullisen suuri, ja se lisää sähköbussin painoa.

Pantografin sijaitessa latauslaitteessa haastateltavat näkivät positiivisina ominaisuuksina sen, että latauslaitteessa pantografi on suojassa sääolosuhteilta, ja vaikka pantografissa on tässäkin tapauksessa jatkuva huollon tarve, niin huollettavien pantografien määrä on pienempi (pantografi vain virroitinlatauslaitteissa). Merkittävänä negatiivisena ominaisuutena kuitenkin nähtiin tarve langattomalle kommunikaatioyhteydelle sähköbussin ja latauslaitteen välillä. Tätä lataustapahtuman käynnistämiseksi tarvittavaa langatonta kommunikaatioyhteyttä ei ole standardoitu. Lisäksi osa haastateltavista koki, että pantografin sijaitessa latauslaitteessa sähköbussijärjestelmä on häiriöherkempi tukeutuessaan harvoin virroitinlatauslaitteessa sijaitseviin pantografeihin. Sähköbussin pysäköiminen latauslaitteelle on myös haastavampaa, kun pantografi sijaitsee latauslaitteessa.



Kuva 3. Sähköbussi latauksessa Helsingin Ruskeasuon päätepysäkin lataus-  
asemalla. Pantografi on sijoitettu bussiin etuakselin kohdalle.

Suurin osa haastatelluista sekä kyselyyn vastanneista toimijoista olivat sitä mieltä, että pantografi tulisi sijoittaa bussiin etuakselin kohdalle. Monet toimijat kuitenkin korostivat haastatteluissa, että molemmissa latausjärjestelmän toteutustavoissa on hyvät ja huonot puolensa, ja niin sanotun paremman toteutustavan valinta on vaikeaa. Tätä tukee kyselyn tuloksissa se, että lähes puolet vastaajista ei ole osannut ottaa kantaa pantografin sijoittamiseen.

Haastatteluissa nostettiin esille, että latausjärjestelmän toteutustavasta riippumatta bussikuljettajat oppivat pysäköimään latauslaitteelle ja suorittamaan lataustapahtuman onnistuneesti. Lisäksi tuotiin esille, että pantografin sijoittamista pohdittaessa tulisi nähdä laajempi kuva, jossa virroitinlatauslaitteita eivät käytä välttämättä pelkästään sähköbussit, vaan myös muut raskaat ajoneuvot. Tällöin näkökulmat pantografin sijoittamisen hyötyihin ja haittoihin näyttäytyvät mahdollisesti täysin uudessa valossa.

Haastateltavat halusivat myös korostaa, että kalusto- ja latauslaitetoimittajat ovat valmiita toimittamaan virroitinlatausratkaisuja molemmilla latausjärjestelmän toteutustavoilla. Nykyäänkin sähköbussiliikenteessä on käytössä virroitinlatausjärjestelmiä, joissa pantografi sijaitsee bussissa ja virroitinlatausjärjestelmiä, joissa pantografi sijaitsee latauslaitteessa.

### **Latausjärjestelmän ja akkujen käyttöikä**

Edellä käsiteltyjen aihepiirien lisäksi haastatteluilla ja kyselyllä pyrittiin saamaan tarkempaa tietoa latausjärjestelmän ja akkujen käyttöiästä. Käyttöiän osalta haastattelu-  
jen ja kyselyn tulokset olivat hyvin yhteneväiset.



Merkittäväintä oli se, että aiemman sähköbussiselvityksen oletus latausjärjestelmän pitkästä käyttöiästä ei tämän työn tulosten perusteella pidä paikkaansa. Latausjärjestelmän käyttöiästä saatiin tämän työn yhteydessä tarkkaa tietoa latauslaitetoimittajilta ja latausoperaattoreilta. Aiemmassa työssä oli käytettävissä vain vanhempaa tutkimustietoa sekä kaupunkien ja joukkoliikenteen toimivaltaisten viranomaisten näkemys asiasta.

Haastatteluissa korostui, että latausjärjestelmän ja akkujen käyttöikä riippuu niiden käyttöasteesta (mm. liikennöintisuorite, energiankulutus, latausten määrä ja latausaika), ei kuluneesta ajasta. Haastatteluissa nousi myös esille, että latausjärjestelmää ja akkuja täytyy huoltaa ja korjata säännöllisesti koko niiden käyttöiän ajan.

Haastattelujen ja kyselyn tulosten perusteella sähköbussin latausjärjestelmän käyttöikä on noin 10 vuotta. Haastattelujen perusteella latausjärjestelmän (mm. virroitinlatauslaite) runkorakenteet säilyvät kuitenkin tätä pidempään. Käyttöikä on huomattavasti lyhyempi edellisessä työssä esitettyyn jopa 30 vuoden käyttöikään. Tuloksella on todennäköisesti merkittävä vaikutus sähköisen bussiliikenteen taloudelliseen kannattavuuteen.

Haastattelujen ja kyselyn tulosten perusteella sähköbussin akkujen käyttöikä on noin 5 vuotta. Sähköbussin akkujen käyttöikä määritetään liikennöintisuoritteeseen tai laddattuun energiamäärään perustuen, jolloin sähköbussin akkujen käyttöikä vaihtelee hieman bussilinjojen välillä. Haastatteluissa yhden arvion mukaan sähköbussin akkujen käyttöikä on 300 000 kilometriä, mikä vastaa bussin keskimääräisellä vuosittaisella liikennöintisuoritteella noin 3–4 vuoden käyttöikä. Toisen arvion mukaan sähköbussin akkujen käyttöikä on enintään 6 vuotta.

Haastattelujen ja kyselyn perusteella voidaan siis todeta, että sekä latausjärjestelmän että sähköbussin akkujen käyttöikä on kohtuullisen lyhyt. Positiivista on kuitenkin se, että esimerkiksi latausjärjestelmän uusimisen kustannukset ovat todennäköisesti latausjärjestelmän alkuinvestointia pienemmät. Tämä johtuu siitä, että latausjärjestelmän uusimisen kustannuksiin sisältyy vain latauslaite uusittavine komponentteineen. Alkuinvestointi pitää sisällään näiden lisäksi myös muun muassa sähköverkon ja latausjärjestelmän rakentamisesta aiheutuvat kustannukset.

Lisäksi haastatteluilla ja kyselyllä saatiin vahvistusta aiemman sähköbussiselvityksen tulokselle, jonka mukaan sähköbussikaluston käyttöikä on noin 15 vuotta. Kyselyn ja haastattelujen tulokset tukevat tätä. Haastatteluissa kuitenkin nousi esille, että sähköbussikaluston jälkimarkkinoita ei käytännössä nykyään ole, jolloin sähköbussikaluston investointikustannus tulee maksaa takaisin bussiliikenteen sopimuskauden (10 vuotta) aikana. Sähköbussiliikenteen jälkimarkkinoita on käsitelty tarkemmin luvussa 2.5.

## 2.4 Kansainväliset kokemukset

Työssä selvitettiin toimijoiden kokemuksia sähköbussiliikenteestä Suomen markkinoiden ulkopuolella siltä osin, kun ne olivat luonteva osa toimijan markkina-aluetta. Kokemuksia sähköbussiliikenteestä Suomen markkinoiden ulkopuolella kysyttiin siis ainoastaan toimijoilta, joilla on kansainvälistä kokemusta. Lisäksi tehtiin lyhyt yleiskatsaus sähköbussiliikenteen määrästä maailmalla.

Ensimmäiset 12-metriset sähköbussit liikennöivät Pekingin kesäolympialaisissa vuonna 2008. Tämän jälkeen sähköbussiliikenne on yleistynyt vauhdilla Kiinassa sekä pienemmin askelin Yhdysvalloissa ja Euroopassa erilaisten kokeilujen ja paikallisten projektien kautta. Vuonna 2015 Kiinassa oli noin 98 % kaikista maailman sähkö- ja hybridibusseista. Sähkö- ja hybridibussien määrän maailmalla arvioitiin olevan noin 173 000 bussia, joista Kiinassa noin 170 000 bussia. (ZeEUS, 2016)

Vuonna 2017 Euroopassa oli noin 1 000 sähköbussia. Suurin osa noin 58 % sähköbusseista liikennöi Iso-Britanniassa, Alankomaissa, Puolassa, Sveitsissä ja Saksassa. Sähköbussiliikenteestä noin 35 % oli järjestetty päätepysäkkilatausta käyttäen ja noin 65 % varikkolatausta käyttäen. Noin puolet sähköbusseista oli 12-13-metrisiä 2-akselisia busseja, noin neljäsosa 18- tai 24-metrisiä nivelbusseja ja loput sähköbusseista minibusseja. Pohjoismaista Ruotsissa oli noin 25 sähköbussia, Norjassa noin 5 sähköbussia ja Suomessa noin 20 sähköbussia. Lisäksi Yhdysvalloissa oli vuonna 2017 noin 200 sähköbussia. (ZeEUS, 2016)

Tahtotila sähköbussiliikenteen lisäämiseen löytyy ja haastatellut uskovat, että muutama vuoden päästä sähköbusseja on jo paljon enemmän Euroopassa ja muissa Pohjoismaissa. Erityisesti Norjaan on tulossa lähivuosina kymmeniä sähköbusseja lisää. Erään haastatellun arvion mukaan Norjassa on vuonna 2019 noin 100 sähköbussia. Euroopan kaupunkien ja joukkoliikenteen toimivaltaisten viranomaisten tavoitteiden ja suunnitelmien mukaisesti Euroopan busseista yli 40 % olisi sähkö- tai hybridibusseja vuonna 2025, kun kyseinen luku vuonna 2013 oli ainoastaan 1,2 % (ZeEUS, 2016).

Kyselyn ja haastattelujen perusteella suurimmat erot sähköbussiliikenteen järjestämisessä Suomessa ja muissa Pohjoismaissa ovat hankintojen kilpailuttaminen ja volyymit. Ruotsissa ja Norjassa sähköbussiliikenteen hankinnoissa on usein tarjoajalla enemmän suunnitteluvastuuta ja neuvotteluvaraa. Haastatellut toimijat kokevat, että tarjoajan suunnitteluvastuun lisääminen mahdollistaa toimivan, tehokkaan ja laadukkaan sähköbussiliikenteen järjestämisen.

Esimerkiksi Ruotsissa sähköbussiliikenteen kilpailutuksissa tilaaja on saattanut määrittää pelkän bussiliikenteen sähköistämistason (esim. sähköbussien määrä/osuus tai sähköisen kaluston liikennöintisuorite) ja tarjoaja on saanut suunnitella sähköistettävät bussilinjat. Lisäksi muissa Pohjoismaissa tarjoaja voi saada suunnitella latausjärjestelmän haluamallaan tavalla ja suorittaa sähköbussiliikennöintiä haluamallaan kalustolla.

Kyselyssä ja haastattelussa korostui myös se, että Suomessa sähköbussiliikenteen saralla on nähty lähinnä pieniä viranomaisvetoisia projekteja. Suomalaisille kaupunki-seuduille ei ole hankittu merkittävässä määrin sähköbusseja. Muissa Pohjoismaissa sähköbussiliikennettä on vähitellen alettu kilpailuttamaan suurella volyyymilla samoin kuin nykyään dieselbussiliikennettä. Sähköbussiliikenteen kilpailutusten pisteytys eroaa Suomen mallista ottamalla ympäristö-, laatu ja matkustajanäkökulmat vahvasti huomioon.

## 2.5 Muita keskeisiä tuloksia

### Sähköbussiliikenteen ympäristöystävällisyys

Toimijoiden näkemyksiä sähköbussiliikenteen ympäristöystävällisyyteen tiedusteltiin haastatteluissa, koska sähköinen liikenne on herättänyt paljon julkista keskustelua muun muassa akkujen ympäristöystävällisyydestä ja sähköntuotannon päästöistä.

Haastatelluilla ei ollut tarkkaa tietoa sähköbussiliikenteen elinkaaripäästöistä, mutta he ottivat haastatteluissa kantaa sähköbussien käytön aikaisiin päästöihin, akkujen kierrätykseen sekä sähköntuotannon päästöihin. Sähköbussit ovat paikallispäästöttömiä ja tämän vuoksi sähköbusseilla on merkittävä positiivinen vaikutus suomalaisten kaupunkiseutujen lähipäästöihin ja ilman laatuun. Sähköbussiliikenteessä käytön aikaisten päästöjen osuus bussiliikenteen elinkaaripäästöistä kuitenkin laskee ja tuotannon aikaisten päästöjen osuus kasvaa.

Sähköbussiliikenteen ympäristöystävällisyys riippuukin pitkälti myös sähköntuotannon päästöistä. Tilaajilla ja liikennöitsijöillä on vaikutusmahdollisuus sähköntuotannon päästöihin ja sähköbusseissa käytetyn sähkön tuotantotapaan. Sähköbusseissa käytettävä sähkö voidaan haluttaessa valita puhtaasti tuotettuna. Tilaaja voi esimerkiksi tarjouspyynnössä edellyttää puhdasta sähkön tuotantotapaa. Haastatteluissa tuotiin myös esille, että sähköbussiliikenne muuttuu elinkaarensa aikana koko ajan ympäristöystävällisemmäksi sähköntuotannon muuttuessa puhtaammaksi.

Haastateltujen mukaan sähköbusseissa käytettävien akkujen materiaalit ovat kierrätettäviä. Tällä hetkellä Suomessa ei kuitenkaan ole riittävää sähköisen liikenteen volyymia akkujen kierrätykselle. Lisäksi sähköisen liikenteen markkinoilla ei ole vielä säädöksiä, jotka ohjeistavat ja edellyttävät akkujen kierrätystä. Samalla tuotiin esille, että Suomen sähköbussiliikenteen akkujen ympäristövaikutukset ovat todennäköisesti merkityksettömän pienet koko maailman mittakaavassa. Lisäksi haastatellut uskoivat, että sähköbussiliikenteen yleistyessä myös akkujen kierrätysmahdollisuudet paranevat.

### Sähköbussikaluston saatavuus

Haastattelujen perusteella sähköbussikalustoa on saatavana ainakin 7–8-metrinenä (minibussit), 12–13-metrinenä (2-akseliset bussit) sekä 18-metrinenä (nivelbussit). 15-metrisiä telibusseja kysytään lähinnä Pohjoismaihin. Tämän vuoksi telibussien markkinat ovat melko pienet, eikä niitä ole ainakaan vielä sähköisenä. Osa haastatelluista näki, että telibussien osalta on vielä epävarmaa, onko Pohjoismaiden markkinat riittävät sähkötelibusseille. Toisaalta osa haastatelluista uskoo, että myös sähkötelibusseja tulee markkinoille muutaman vuoden päästä.

Sähköbussikaluston saatavuuden osalta haastatteluissa nousi myös esille varautuminen dieselbussiliikennettä pidempiin toimitusaikoihin. Sähköbussiliikenteen toimitusaikojen osalta esitettiin, että sähköbussikaluston ja latausjärjestelmän toimittajavalinnan ja sähköbussiliikenteen aloittamisen välillä tulisi olla vähintään vuosi aikaa. Tämän vuoden aikana muun muassa toimitetaan sähköbussikalusto ja latauslaitteet, suoritetaan tarvittavat lupaprosessit ja rakennetaan latausjärjestelmä, tehdään käyttötestaukset (kalusto, latausjärjestelmä) sekä järjestetään kuljettajakoulutukset.

### 3 Sähköbussien edistäminen Suomessa

Haastatellut näkevät sähköbussiliikenteen käynnistämisvaiheen merkittävänä. Haastatteluissa korostettiin viranomais- ja toimijayhteistyön merkitystä sekä sitä, että sähköbussiliikenteen markkinoille luodaan yhtenäiset standardit ja kilpailutusmallit. Tilaaajien on vaadittava, että hankittavat sähköbussiliikenteen järjestelmät ovat käytössä olevien standardien mukaisia. Standardit, joihin kaikki toimijat sitoutuvat, on ainoa tapa varmistaa yhtenäiset sähköbussiliikenteen toteutustavat. Myös kalustovaatimusten yhtenäistäminen suomalaisten kaupunkiseutujen välillä nähdään tärkeänä.

Haastateltujen mukaan kaupungit ja joukkoliikenteen toimivaltaiset viranomaiset ovat avainasemassa sähköbussiliikenteen yleistymisessä. Kyse on käytännössä siitä, kuinka korkealle tilaajat arvottavat sähköbussiliikenteen. Sähköbussiliikenteen kustannukset ovat vielä dieselbussiliikenteen kustannuksia suuremmat, joten kaupunkien ja kuntien rahatilanteella sekä investointihalukkuudella joukkoliikenteeseen on suuri merkitys sähköbussien edistämisessä. Haastateltujen toimijoiden näkemyksen mukaan tällä hetkellä Suomessa tilaajan on vaadittava kilpailutuksessa sähköistä bussikalustoa, jos se sitä ehdottomasti haluaa.

#### Viranomais- ja toimijayhteistyö

Viranomais- ja toimijayhteistyöllä haastatellut tarkoittivat kaupunkien ja joukkoliikenteen toimivaltaisten viranomaisten sekä toimijoiden välistä yhteistyötä, mikä voidaan mahdollistaa muun muassa markkinavuoropuhelutilaisuuksilla. Lisäksi yhteistyöllä tarkoitettiin kaupunkien ja joukkoliikenteen toimivaltaisten viranomaisten välistä yhteistyötä. Tämä yhteistyö on olennaista muun muassa sähköbussiliikenteen kokemusten jakamiseksi, yhtenäisten kilpailutusmallien luomiseksi sekä kalustovaatimusten yhtenäistämiseksi suomalaisten kaupunkiseutujen välillä.

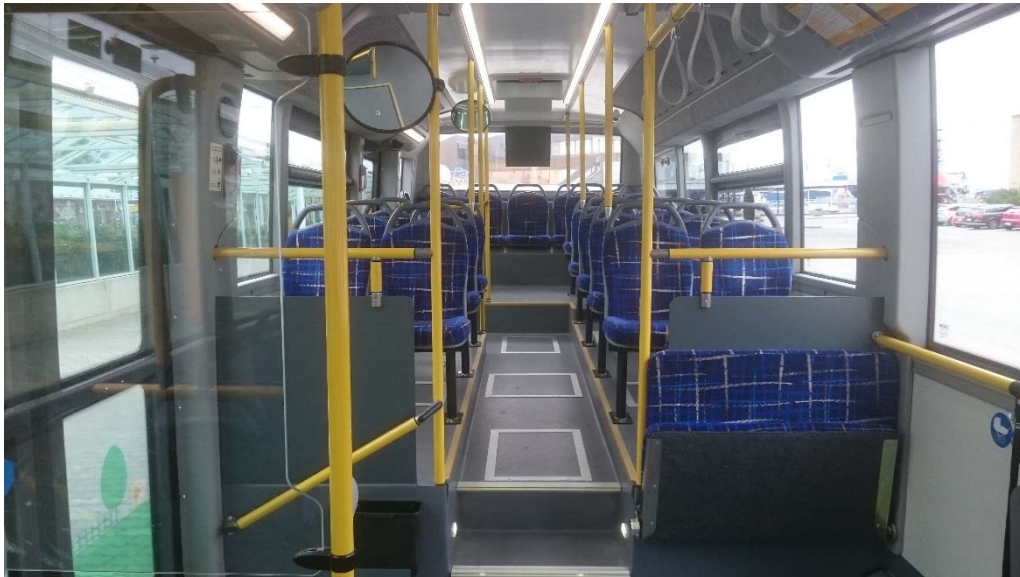
#### Tarjouskilpailun pisteytyksen muuttaminen

Haastatellut toimijat näkivät vaihtoehtona ehdottomalle sähköisen bussikaluston vaatimukselle myös tarjouskilpailun pisteytyksen muuttamisen. Nykyään Suomessa bussiliikenteen kilpailutuksissa hinnan painoarvo on merkittävä, esimerkiksi HSL-alueella 84 %. Lisäksi sähköinen bussikalusto voi saada esimerkiksi HSL-alueella vain pari laatu-pistettä enemmän kuin vähäpäästöinen dieselbussikalusto. Tämän kaltainen bussiliikenteen pisteytys ei mahdollista Suomessa sähköbussien tarjoamista, ilman, että se on asetettu vähimmäisvaatimukseksi.

Suomessa bussiliikenteen kilpailutus on kohtuullisen uusi asia ja tämän vuoksi kilpailutusmallit voivat erota suomalaisten kaupunkiseutujen ja erityisesti Pohjoismaiden välillä. Esimerkiksi Norjassa bussiliikenteen kilpailutus eroaa erään haastatellun mukaan täysin Suomen mallista. Norjassa pisteytyksessä hinnan painoarvo on noin 40 %, ympäristönäkökulmien painoarvo noin 30 % ja laadun painoarvo noin 30 %. Norjan bussiliikenteen kilpailutusmalli ei ole niin kustannustehokas kuin Suomessa, mutta se ottaa ympäristö- ja laatu näkökulmat vahvasti huomioon. Tällöin sähköisen bussikaluston tarjoaminen on kannattavaa.

### **Sähköbussiliikenteen brändäys**

Sähköbussien edistämisestä keskusteltaessa toimijat korostivat myös sähköbussiliikenteen brändäyksen merkitystä. Toimijat tarkoittivat sähköbussiliikenteen brändäyksellä erityisesti sähköbussikaluston erottautumista dieselbussikalustosta. Tällä hetkellä muun muassa HSL alueella on sähköbussit maalattu lähes samoin kuin dieselbussitkin, jolloin käyttäjälle sähköbussit eivät näyttäydy yhtään ympäristöystävällisimpinä tai käyttäjäystävällisimpinä. Toimijoiden mukaan sähköbussien brändäyksellä voidaan vaikuttaa ihmisten mielikuviin ja saada bussiliikenteen käyttäjämäärät kasvuun.



*Kuva 4. Turun sähköbussin sisätilat.*

### **Suurimmat haasteet sähköbussiliikenteen yleistymiselle**

Kyselyyn vastanneiden toimijoiden mielestä suurimmat haasteet sähköbussiliikenteen yleistymiselle ovat uusi teknologia (mm. toimintavarmuus), suuret investointikustannukset, standardien puuttuminen ja jälkimarkkinoiden epävarmuus.

Haastatellut suuret globaalit toimijat eivät näe merkittäviä haasteita sähköbussiliikenteen toimintavarmuudessa. Pienemmät toimijat kokevat sähköbussiliikenteen häiriöherkemmäksi, mutta heidänkin mukaansa haasteet toimintavarmuudessa ovat johtuneet usein esimerkiksi kuljettajan kokemattomuudesta. Suurimmat haasteet sähköbussiliikenteen toimintavarmuudessa ilmenee haastattelujen perusteella silloin, kun sähköbussikalusto ja latausjärjestelmä eivät ole yhteensopivia. Yhteensopivuuden varmistamiseksi kalusto- ja latauslaitetoimittajien välinen yhteistyö ja standardit nähdään tärkeänä.

### **Sähköbussiliikenteen jälkimarkkinat**

Haastatellut toimijat näkivät sähköbussiliikenteen jälkimarkkinat vähintään epävarmoina, mutta osa haastatelluista piti oletuksena sitä, että sähköbussiliikenteessä ei ole jälkimarkkinoita. Jälkimarkkinoiden epävarmuus johtuu muun muassa standardien puuttumisesta ja erilaisista latausjärjestelmän toteutustavoista. Tämä voi aiheuttaa haasteita bussikaluston ja latausjärjestelmän yhteensopivuudessa. Suomi on sähkö-

bussiliikenteen jälkimarkkinoiden kannalta pieni alue ja kalustovaatimukset kaupunkiseutujen välillä eivät ole yhteneväiset. Kaupunkiseutukohtaiset kalustovaatimukset liisäävät osaltaan vanhan sähköbussikaluston kierron epävarmuutta.

Lisäksi sähköbussiliikenteen jälkimarkkinoiden epävarmuutta aiheuttaa toimijoiden mukaan akkujen lyhyt käyttöikä ja kallis investointikustannus. Eräs haastateltava toi esille, että vanhaan sähköbussiin ei välttämättä ole enää kannattavaa hankkia uusia akkuja, koska akut ovat kalliita ja sähköbussikaluston jälkimarkkina-arvo on kohtuullisen pieni. Lisäksi haastatellut kokivat, että uusi teknologia ja sen nopea kehittyminen aiheuttavat epävarmuutta ja haasteita sähköbussiliikenteen jälkimarkkinoiden toimivuuteen.

Haastatteluissa toimijat toivat myös esille, että nykyään jälkimarkkinoita ei juuri ole dieselbusseillakaan. Myös dieselbussiliikenteen jälkimarkkinoihin liittyy epävarmuutta siitä johtuen, että kalustovaatimukset ja bussiliikenteen kilpailutusmallit suomalaisten kaupunkiseutujen välillä eivät ole yhteneväiset. Eräs haastateltava toi esille, että nykyään dieselbussin jälkimarkkina-arvo on noin 20 000 euroa.

### **Sähköbussien edistämisen aikataulu**

Sen suhteen, kuinka nopeasti suomalaisilla kaupunkiseuduilla tulisi edistää sähköbussseja, oli haastateltavilla toimijoilla kaksi näkemystä. Suuremmat toimijat kannustivat tilaajia sähköbussiliikenteen edistämiseen ja kilpailuttamiseen. Heidän mukaansa sähköbussiliikenne yleistyy vauhdilla esimerkiksi muissa Pohjoismaissa, eikä suomalaisilla kaupunkiseuduillakaan ole mitään syytä enää odottaa. Pienemmät toimijat taas toivoivat, että tilaajat edistäisivät sähköbussien yleistymistä maltillisesti. Heidän mukaansa tilaajien bussiliikenteen sähköistämisen kovat tavoitteet luovat etenkin pienille liikennöitsijöille paineita ja haasteita pysyä mukana kehityksessä.

Suomalaisten kaupunkiseutujen osalta nähtiin merkittävänä HSL-alueen nykyinen tilanne ja lähitulevaisuuden sähköbussiliikenteen kehitys. Se asettaa osaltaan reunaehdot sähköbussien edistämiseksi Suomessa.

## 4 Päätelmät ja jatkotoimenpiteet

Haastateltujen toimijoiden mukaan tilaajat ovat avainasemassa sähköbussiliikenteen yleistymisessä. He asettavat sähköbussiliikenteen tavoitteet. Sähköbussiliikenne voi olla puhtaasti ympäristöarvoja tukeva valinta, tavoitteeksi voidaan esimerkiksi asettaa tehokkaan ja taloudellisen bussiliikenteen järjestäminen tai tavoitteilla voidaan tukea monipuolista markkinatilannetta. Kaupunkien ja kuntien rahatilanteella sekä investointihalukkuudella joukkoliikenteeseen on suuri merkitys sähköbussien edistämisessä. Kyse on käytännössä siitä, kuinka korkealle tilaajat arvottavat sähköbussiliikenteen.

Haastateltujen toimijoiden mukaan tavoitteena tulisi olla bussiliikenteen järjestäminen mahdollisimman tehokkaasti ja taloudellisesti käyttövoimasta riippumatta. Haastatteluissa ehdotettiin, että tilaajat määrittäisivät reunaehdot ja tavoitteet bussiliikenteelle (mm. päästöt, melu, palvelutaso, luotettavuus) ja tarjoajan suunniteltavaksi jätettäisiin bussiliikenteen käyttövoima, kalustoratkaisut ja mahdollinen latausjärjestelmä.

Pienet toimijat, erityisesti liikennöitsijät toivoivat, että suomalaiset kaupunkiseudut eivät kiirehtisi sähköbussiliikenteeseen. Osa toimijoista toi esille, että tavoitteena tulisi olla bussiliikenteen päästöjen vähentäminen, ei sähköbussiliikenne. Suuret globaalit toimijat, erityisesti kalusto- ja latauslaitetoimittajat, toivoivat nopeampaa siirtymistä sähköbussiliikenteeseen. He kannustivat tilaajia sähköbussiliikenteen edistämiseen ja kilpailuttamiseen. Heidän mukaansa sähköbussiliikenne yleistyy vauhdilla esimerkiksi muissa Pohjoismaissa, eikä suomalaisilla kaupunkiseuduillakaan ole mitään syytä enää odottaa.

Toimijoiden näkemysten selvittämisen myötä työssä pystyttiin tarkentamaan joitakin aiemman selvityksen suosituksia. Seuraavassa on esitetty toimijoiden näkemykset, jotka eroavat tai tarkentavat aiemman sähköbussiselvityksen suosituksia.

Tarkentavat näkemykset:

- Sähköbussiliikenne voidaan järjestää päätepysäkkilatausta tai varikkolatausta käyttäen ja valinta voidaan tehdä tapauskohtaisesti. Varikkolataus mahdollistaa bussiliikenteen sähköistämisen myös liikennöintisuoritteeltaan tai kalustomäärältään pienillä bussilinjoilla sekä linjapituudeltaan pitkillä bussilinjoilla.
- Suurin osa toimijoista oli sitä mieltä, että virroitinlatausta käytettäessä pantografi tulisi sijoittaa bussiin etuakselin kohdalle. Monet toimijat kuitenkin korostivat haastatteluissa, että molemmissa latausjärjestelmän toteutustavoissa (pantografi bussissa etuakselin kohdalla, pantografi latauslaitteessa etuakselin kohdalla) on hyvät ja huonot puolensa, ja niin sanotun paremman toteutustavan valinta on vaikeaa. Haastateltavat halusivat myös korostaa, että kalusto- ja latauslaitetoimittajat ovat valmiita toimittamaan virroitinlatausratkaisuja molemmilla latausjärjestelmän toteutustavoilla.

Eroavat näkemykset:

- Tilaaajan ei ole välttämätöntä määrittää latausjärjestelmää bussiliikennettä hankittaessa. Tilaaajan tulee osoittaa mahdolliset latauslaitesijainnit bussilinjan varrella, mutta tarjoajan vastuulle voidaan jättää latausjärjestelmän suunnittelu tilaaajan asettamien reunaehtojen ja tavoitteiden rajoissa.
- Sähköbussiliikenteen käynnistämiseksi latausta ei ole välttämätöntä mahdollistaa sekä bussilinjan varrella että varikolla. Pelkkää varikkolatausta sähköbussiliikenteen järjestämistapana käytettäessä kaapelilataus varikolla on riittävä.
- Nykyisellä kilpailutusmallilla Suomessa tilaaajan on vaadittava kilpailutuksessa sähköistä bussikalustoa, jos se sitä ehdottomasti haluaa. Haastatellut toimijat näkivät vaihtoehtona ehdottomalle sähköisen bussikaluston vaatimukselle myös tarjouskilpailun pisteytyksen muuttamisen.
- Bussilinjan porrastettua sähköistämistä eli sähköbussikaluston määrän lisäämistä bussilinjalle sopimuskauden aikana ei nähdä lähtökohtaisesti toimivana ratkaisuna. Sähköbussikaluston hinnan arviointi muutaman vuoden päähän on haastavaa ja sähköbussikaluston investointikustannusten takaisinmaksuaika lyhenee. Tämä johtaa toimijoiden mukaan kalliiseen tarjoushintaan, joka jää aina tilaaajan maksettavaksi.
- Sähköbussiliikennettä rajoittavana tekijänä ei ole 2-akselinen bussikalusto, vaan sähköistä bussikalustoa on myös saatavana 18-metrisinä nivelbusseina. Telibussien markkinat ovat kuitenkin melko pienet, eikä niitä ole ainakaan vielä sähköisenä.

Haastateltujen toimijoiden mukaan sähköbussiliikenteen kilpailutus tulee toimimaan pääperiaatteiltaan samalla tavalla kuin nykyinen dieselbussiliikenteen kilpailutus. Bussiliikenteen tilaajana toimii kaupunki tai joukkoliikenteen toimivaltainen viranomainen, ja tilaaajan suuntaan tarjoajina toimivat liikennöitsijät.

Haastateltujen toimijoiden mukaan sähköbussikalusto ja latausjärjestelmä tulisi kilpailuttaa yhtenä kokonaisuutena. Tällöin tarjoaja kantaa vastuun sähköbussikaluston ja latausjärjestelmän yhteensopivuudesta. Sähköbussikaluston ja latausjärjestelmän huolto ja koulutus kannattaa kilpailuttaa osana kaluston ja latauslaitteiden hankintaa. Sähköbussiliikenteessä myös latausoperaattorin rooli nähdään tärkeänä ja mahdollinen latausoperaattori voidaan kilpailuttaa osana latauslaitteiden hankintaa. Sähköbussiliikenteen kilpailutus nykyistä suurempina kokonaisuuksina mahdollistaisi tehokkaan ja taloudellisen sähköbussiliikenteen järjestämisen. Haastateltujen mielestä sopiva sähköbussiliikenteen sopimuskauden pituus on 10 vuotta.

Haastateltujen toimijoiden mukaan bussiliikenteen kilpailutuksessa kannattaa sallia niin sähköbussit, hybridibussit kuin dieselbussitkin vähintään niin, että bussiliikenteen ruuhkavuorojen ajaminen sallitaan tulevaisuudessakin hybridi- tai dieselbusseilla. Liikennöitsijä hankkii sähköbussikaluston sekä liikennöitsijä tai varikon omistaja varikolle sijoitetut latauslaitteet. Liikennöitsijä, kaupunki tai joukkoliikenteen toimivaltainen viranomainen hankkii mahdolliset bussilinjan varrelle sijoitetut latauslaitteet.



Haastateltujen toimijoiden mukaan avoin hankintamenettely on sähköbussiliikenteen kilpailutuksessa haasteellinen. Avoimessa hankintamenettelyssä dialogi tilaaja- ja tarjoajaosapuolten välillä jää usein hyvin vähäiseksi tai puuttuu kokonaan. Parhaana lähtökohtana sähköbussiliikenteen kilpailutukselle ja hankinnalle nähtiin toimintatavat, joissa suunnittelu tapahtuu aidosti yhteistyössä tilaajan ja tarjoajan välillä. Tämän voisi mahdollistaa

- neuvottelumenettely
- keskinäinen vuoropuhelu (mm. markkinavuoropuhelu, sopimusneuvottelut)
- tarjouspyynnön vaatimusten väljentäminen ja yhtenäistäminen
- tarjouskilpailun pisteytyksen muuttaminen (mm. ympäristö-, laatu- ja matkustajanäkökulmien huomioiminen)
- tarjoajien suunnitteluvastuun lisääminen
- nykyistä joustavammalla sopimukset.

Jatkotoimenpiteenä suositellaan viranomais- ja toimijayhteistyön lisäämistä. Viranomais- ja toimijayhteistyöllä tarkoitetaan kaupunkien ja joukkoliikenteen toimivaltaisten viranomaisten sekä toimijoiden välistä yhteistyötä, mikä voidaan mahdollistaa muun muassa markkinavuoropuhelutilaisuuksilla. Toimijoiden mukaan sähköbussiliikennettä kilpailutettaessa ja hankittaessa tiivis ja avoin yhteistyö on tärkeää. Keskeisiä toimijoita ovat ainakin kalusto- ja latauslaitetoimittajat, liikennöitsijät sekä energia- ja sähköverkkoyhtiöt. Lisäksi yhteistyöllä tarkoitetaan kaupunkien ja joukkoliikenteen toimivaltaisten viranomaisten välistä yhteistyötä. Tämä yhteistyö on olennaista muun muassa sähköbussiliikenteen kokemusten jakamiseksi, yhtenäisten kilpailutusmallien luomiseksi sekä kalustovaatimusten yhtenäistämiseksi suomalaisten kaupunkiseutujen välillä.

## Lähteet

Kalusto- ja latauslaitetoimittajien, liikennöitsijöiden, latausoperaattorin ja Linja-auto-liiton haastattelut (9 kpl) marras-joulukuussa 2017.

LVM, 2013. Liikenteen ympäristöstrategia 2013–2020. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 43/2013. Saatavissa:

[http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/77942/Julkaisu\\_43-2013\\_Ymparistostrategia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/77942/Julkaisu_43-2013_Ymparistostrategia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Selvitys sähköbussien edistämiseksi suomalaisilla kaupunkiseuduilla. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 21/2017. Saatavissa:

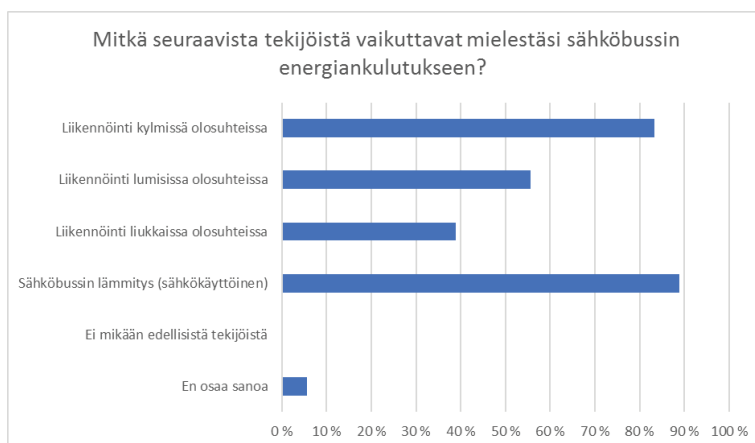
[https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts\\_2017-21\\_selvitys\\_sahkobussien\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2017-21_selvitys_sahkobussien_web.pdf)

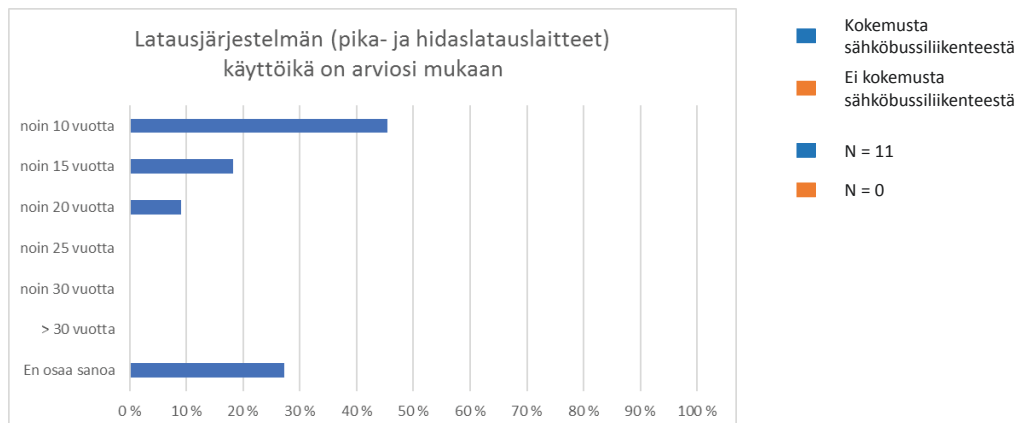
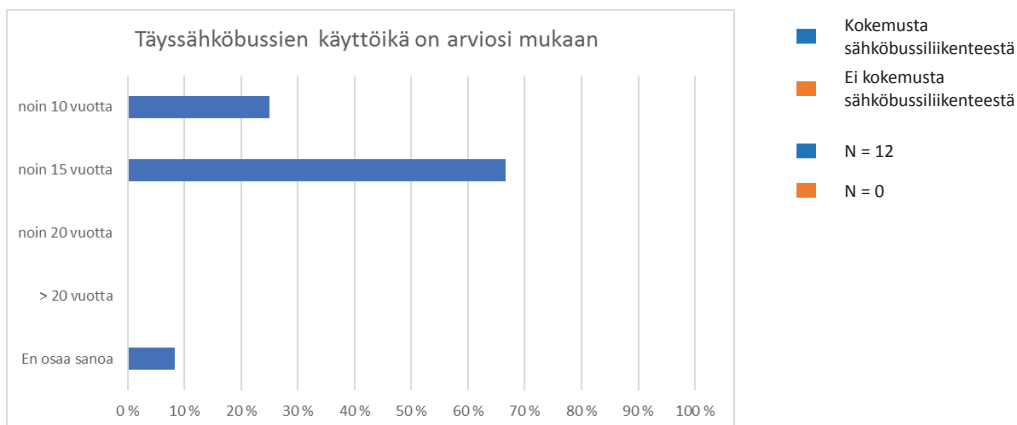
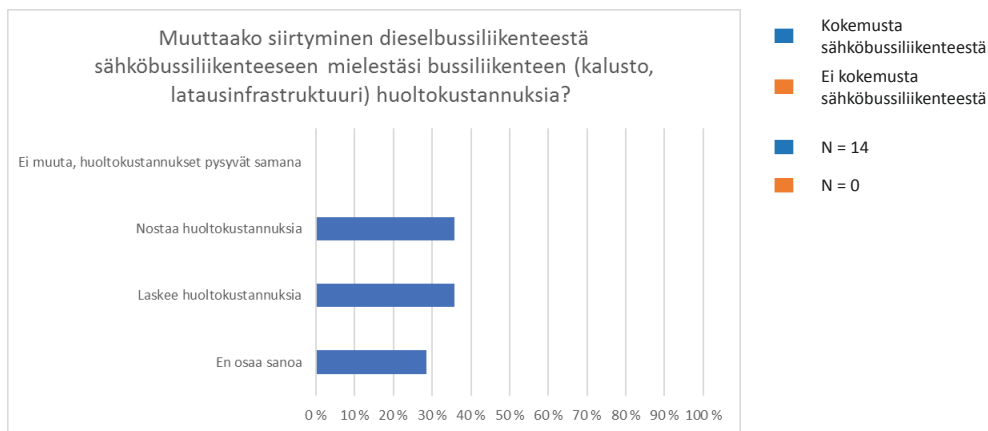
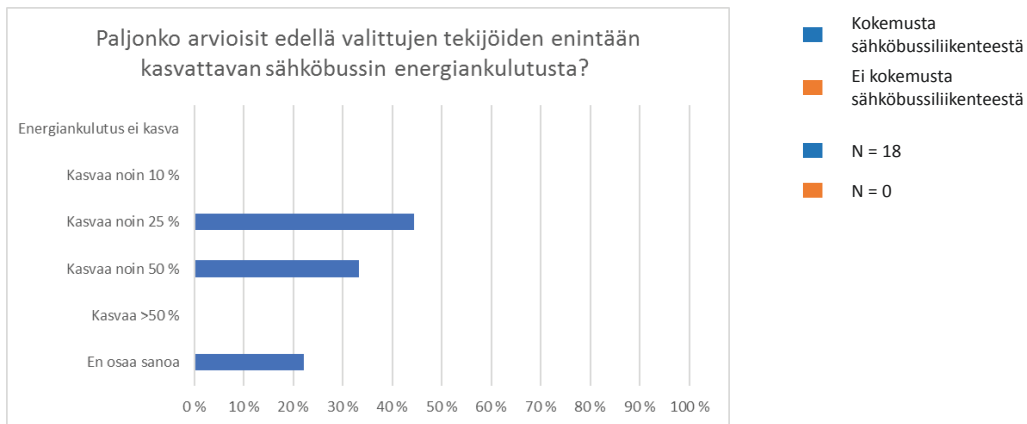
Sähköinen kysely kalusto- ja latauslaitetoimittajille, liikennöitsijöille, energia- ja sähköverkkoyhtiöille sekä latausoperaattoreille 27.10.–10.11.2017.

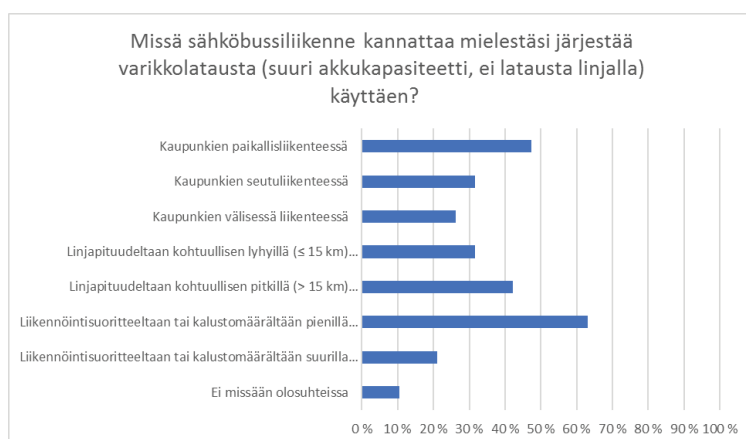
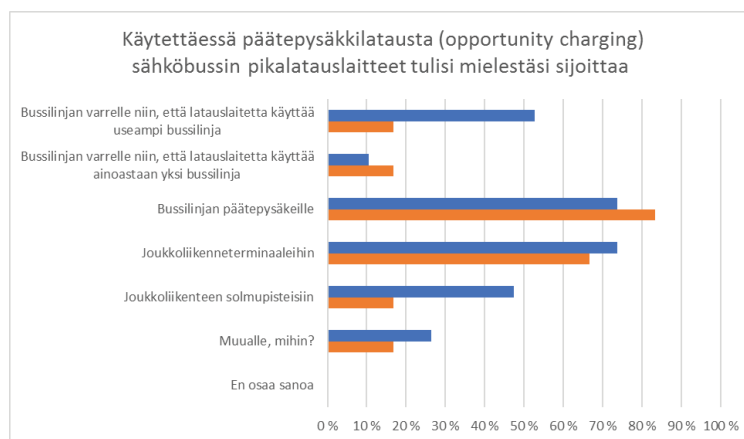
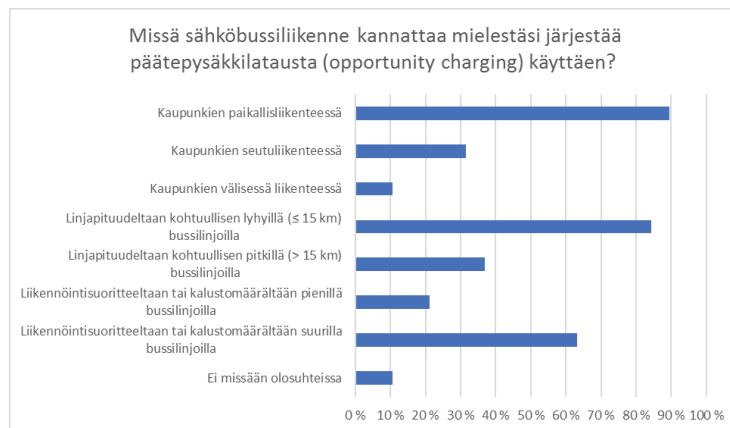
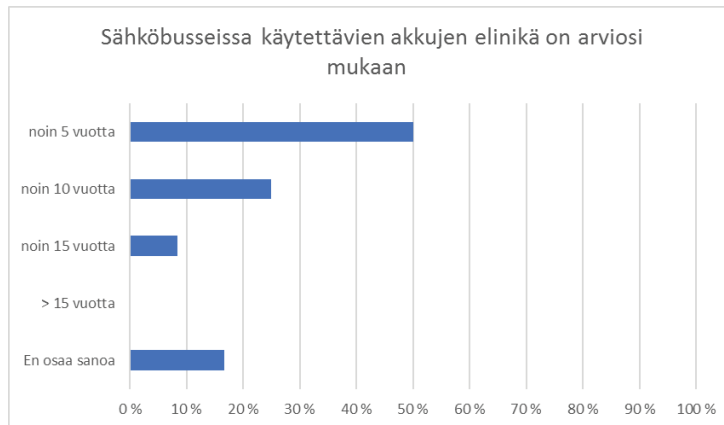
ZeEUS project, 2016. Zero Emission Urban Bus System project, An overview of electric buses in Europe. Saatavissa:

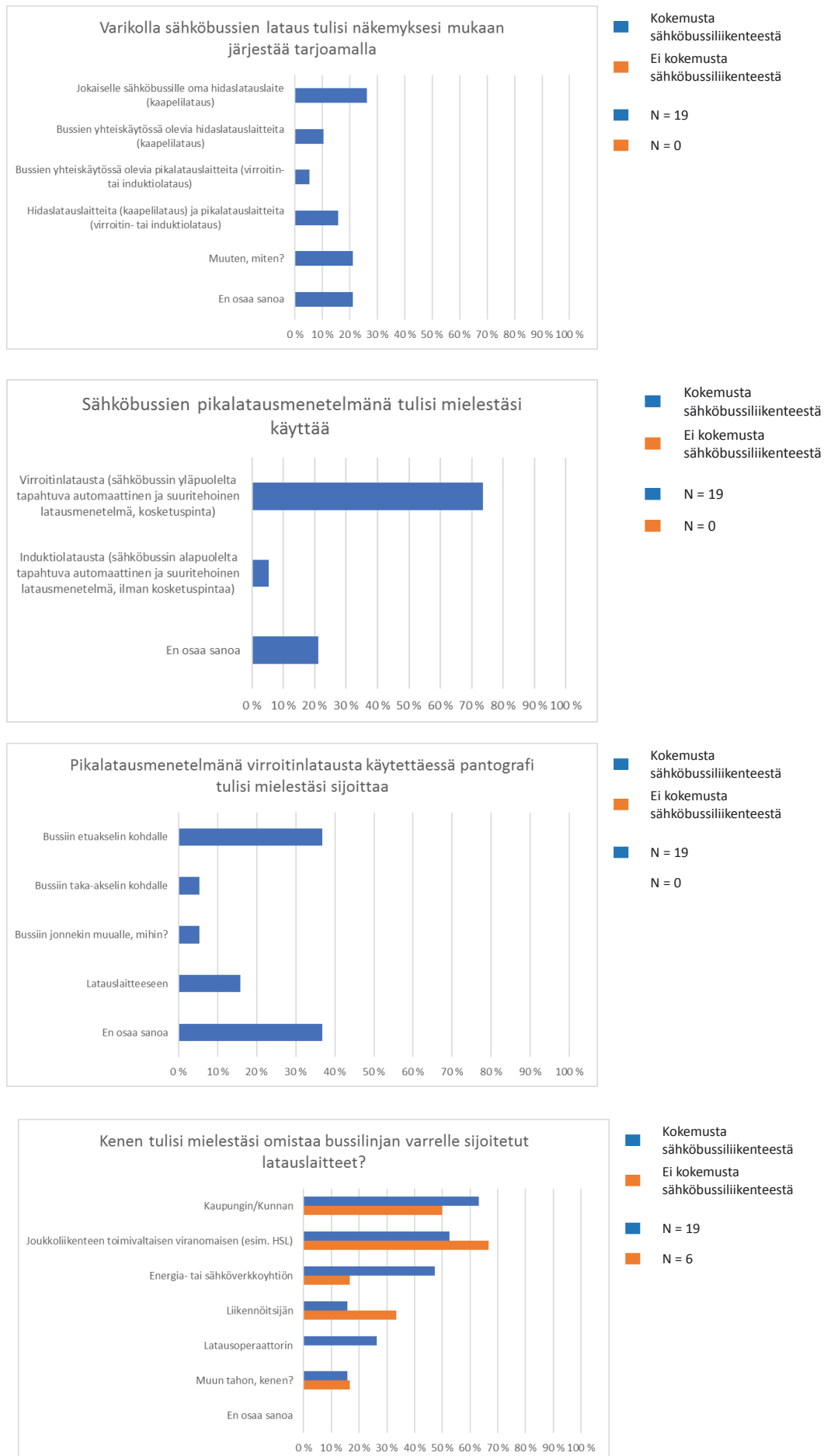
<http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-internet.pdf>

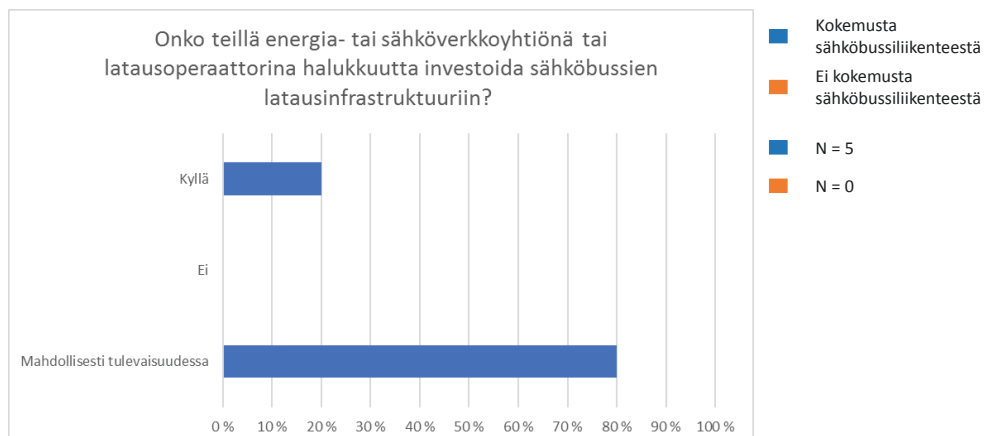
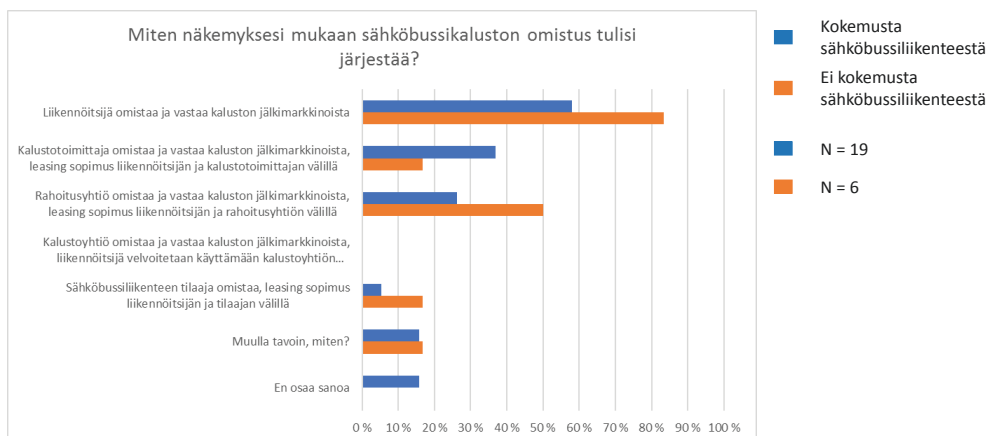
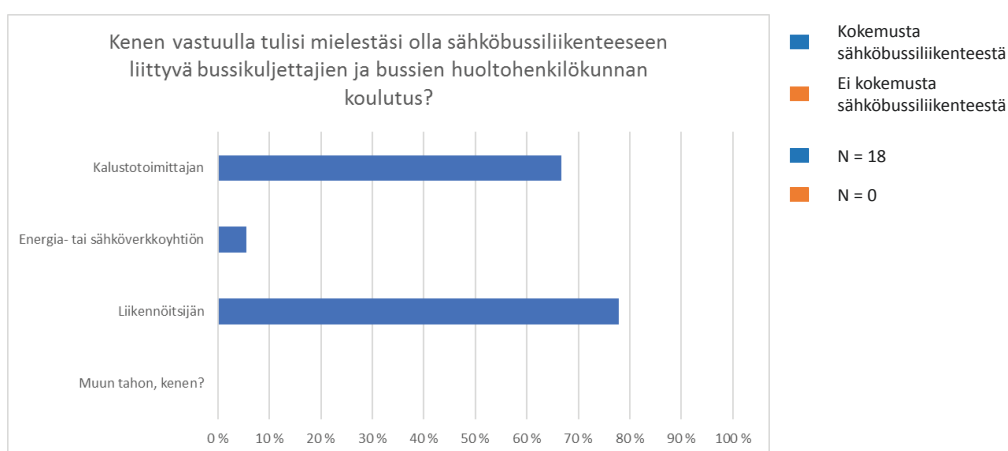
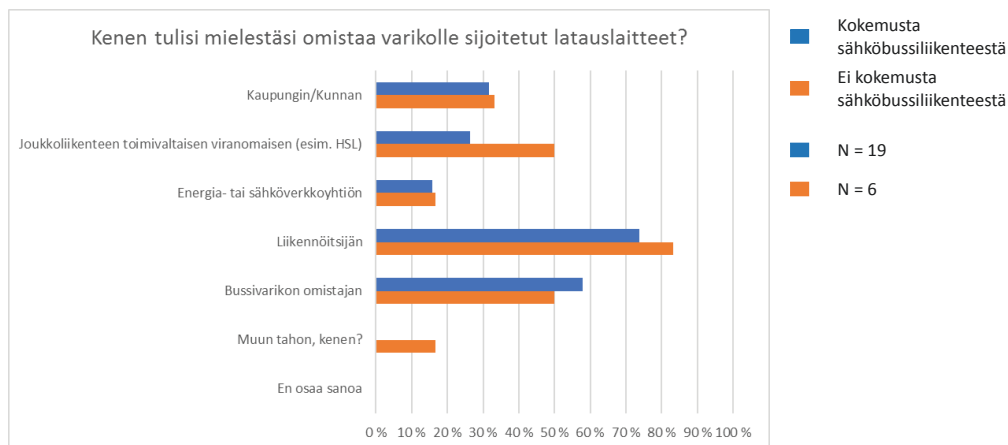
# Kyselyn tulokset

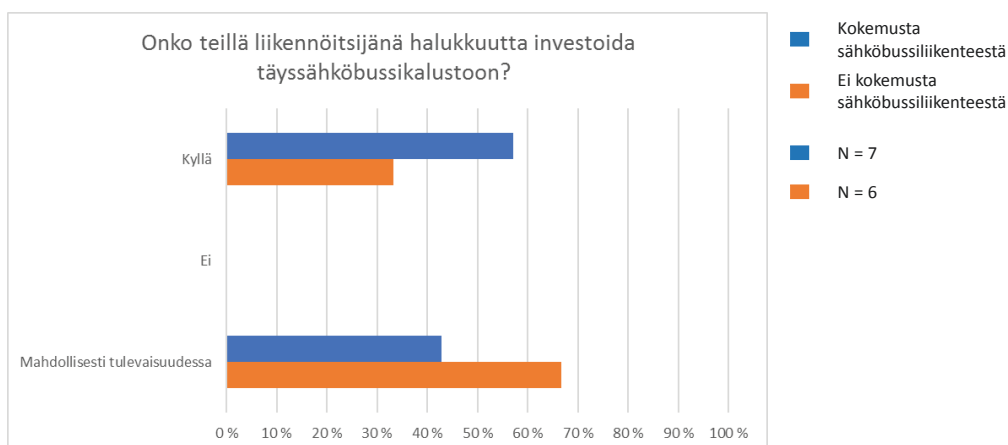
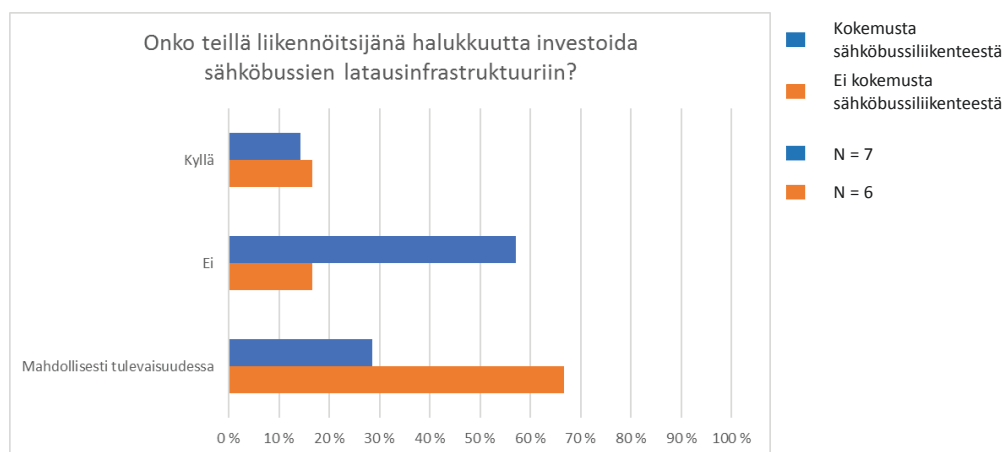
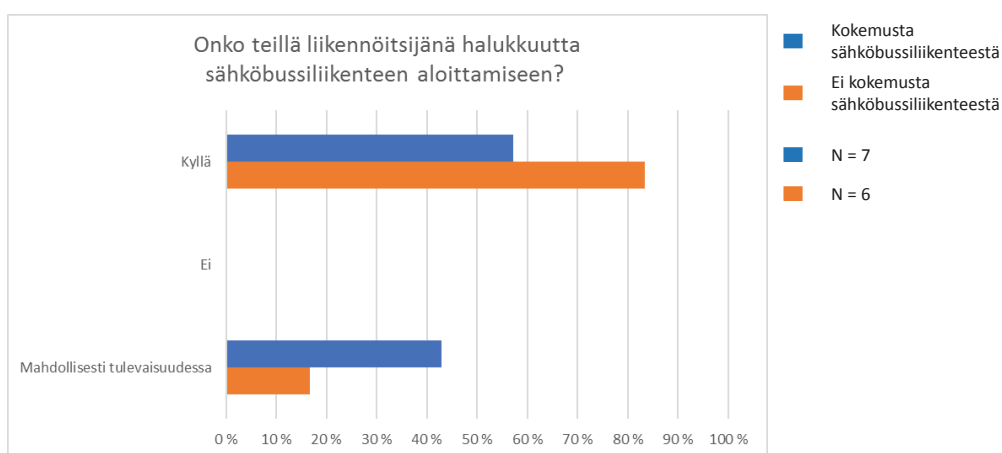
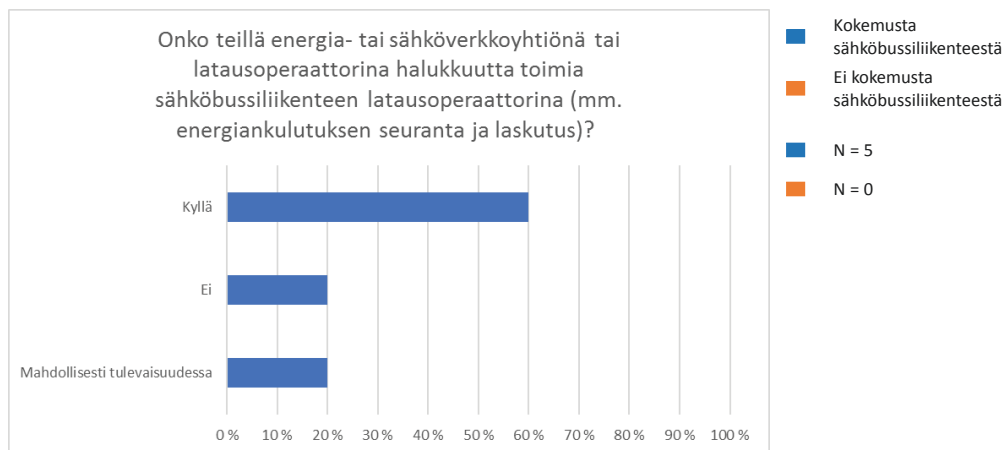




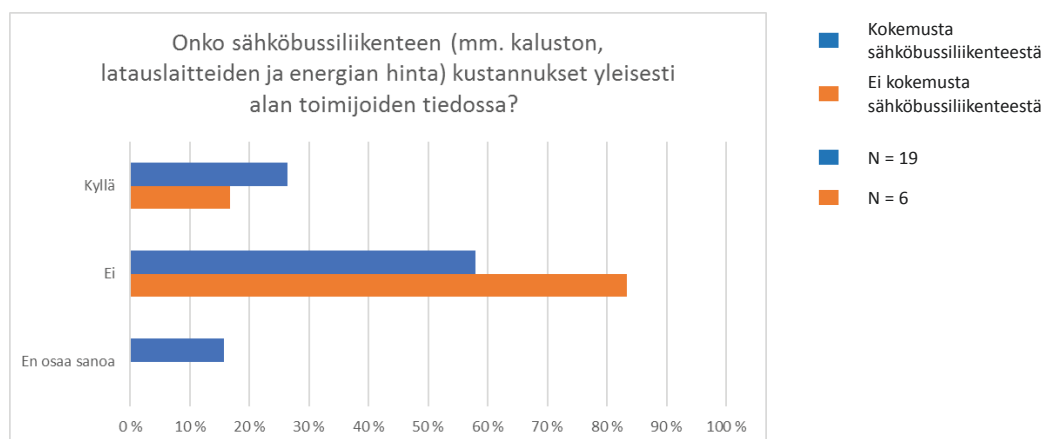
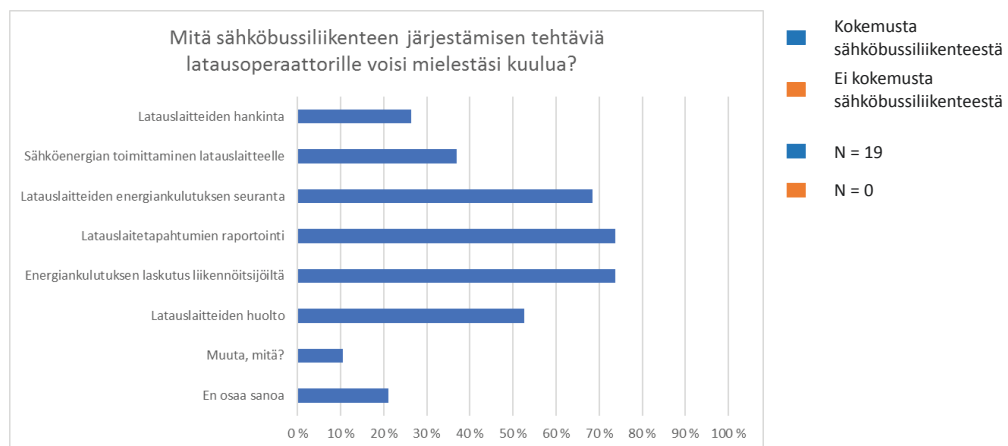
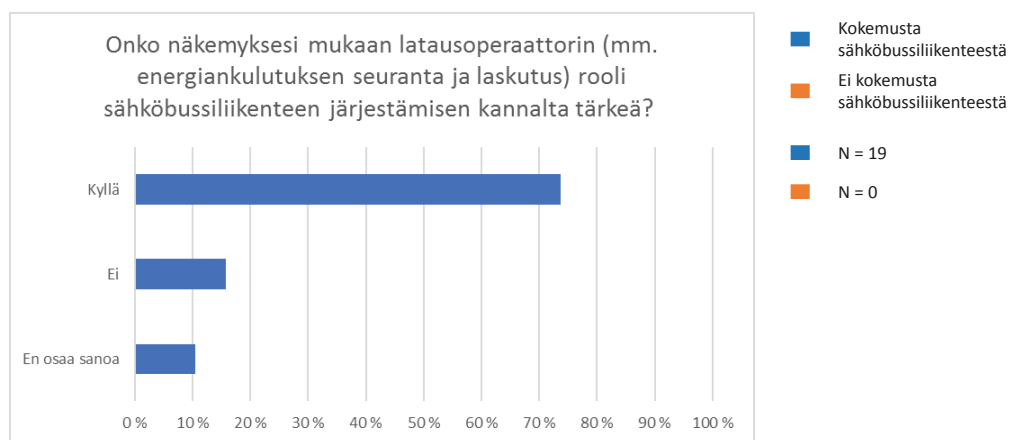
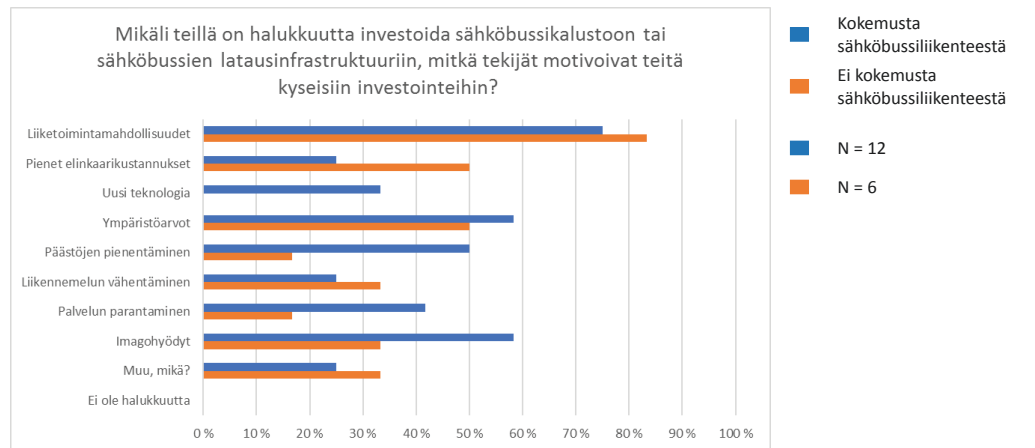


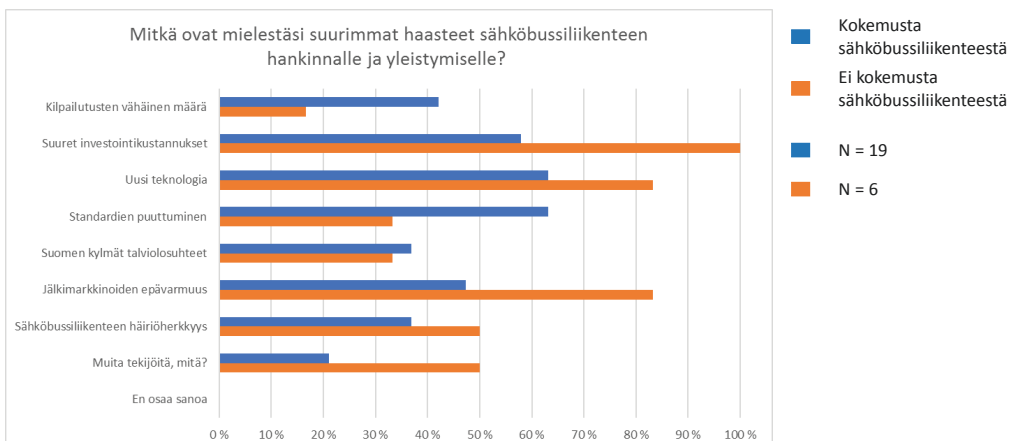
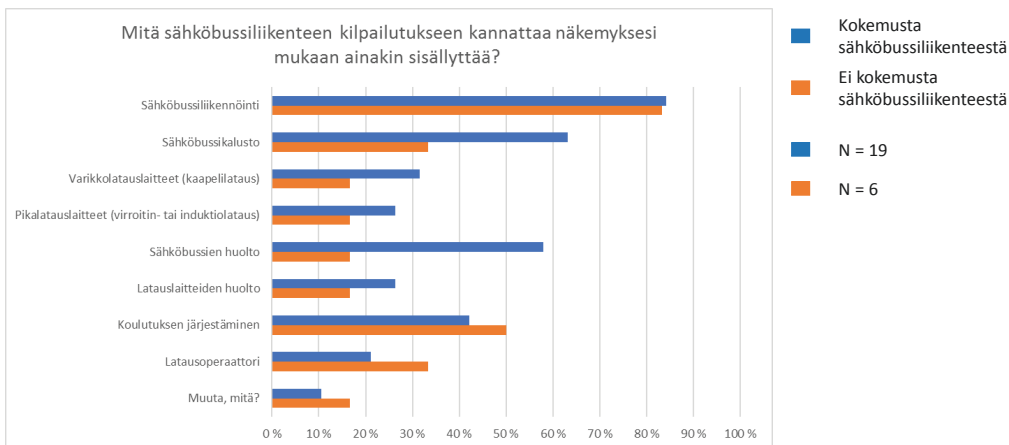
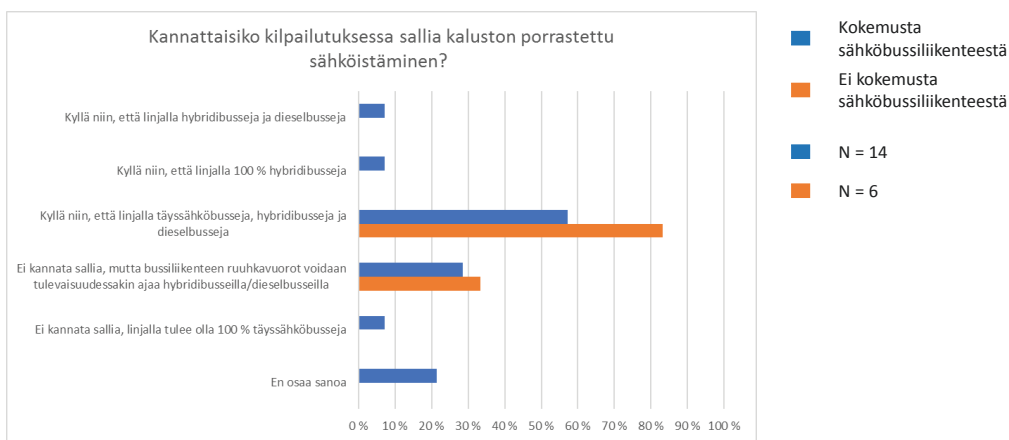
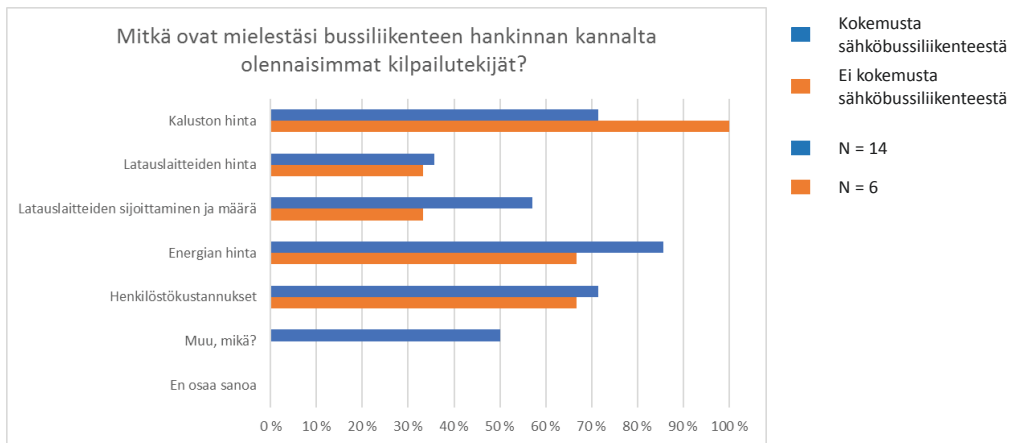


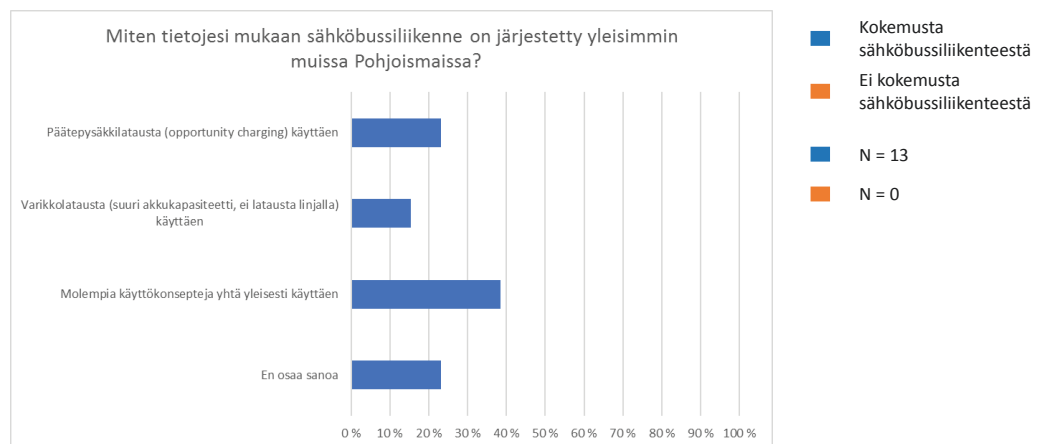
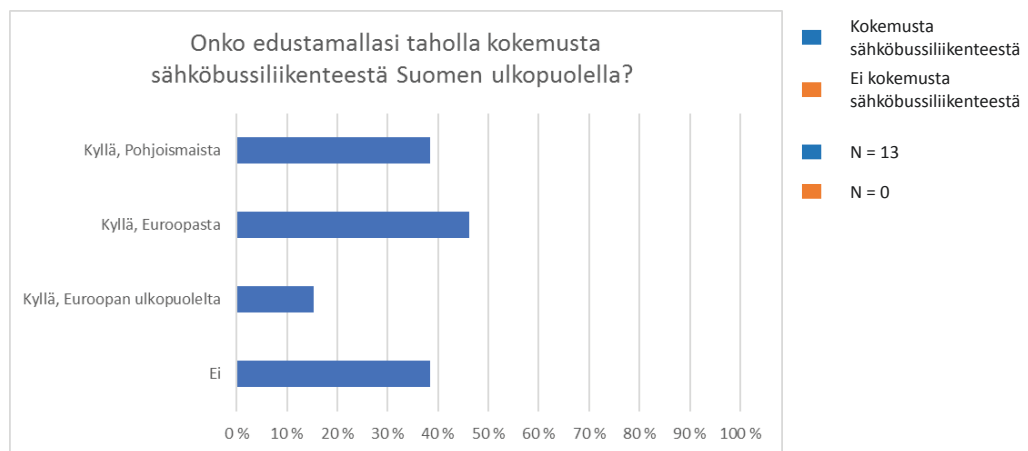
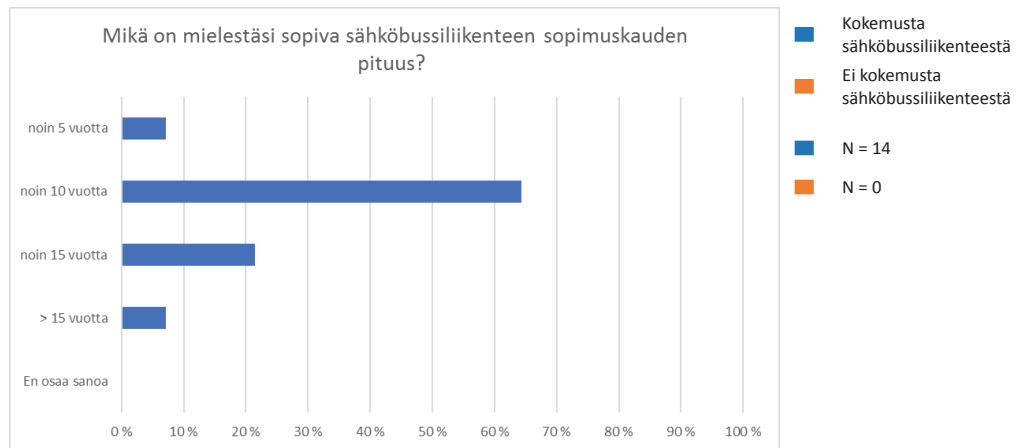














# Haastattelurunko

## Liikenteen käynnistäminen

- Suosittelisitko bussilinjan sähköistämistä, jos tarvittavan latausajan mahdollistaminen edellyttää kalustomäärän lisäämistä linjalle? Miksi?
- Kasvattaako vai laskeeko siirtyminen dieselbussiliikenteestä sähköbussiliikenteeseen bussiliikenteen huoltokustannuksia? Mitkä tekijät mielestäsi kasvattavat ja mitkä laskevat huoltokustannuksia?
- Mitkä ovat mielestäsi merkittävimmät sähköbussiliikenteen energiankulutukseen vaikuttavat tekijät ja erot esim. kalustotoimittajien, bussilinjojen ja vuodenaikojen välillä? Mitkä tekijät vaikuttavat energiankulutuksen kasvuun? Miten sähköbussiliikenteen energiankulutus voidaan minimoida?

## Latausjärjestelmä

- Millaisilla bussilinjoilla kannattaisi mielestäsi ottaa käyttöön sähköbusseja ja miten sähköbussiliikenne tulisi järjestää (esim. päätepysäkkilataus vai varikkolataus)?
- Mitkä ovat perustelut päätepysäkkilatauksen tai varikkolatauksen kannattamiselle? Missä sähköbussiliikenne kannattaa mielestäsi järjestää päätepysäkkilatausta, entä varikkolatausta käyttäen?
- Mitkä ovat päätepysäkkilatauksen ja varikkolatauksen suurimmat erot?
- Miten sähköbussien lataus tulisi varikolla järjestää (mm. varikkolatauslaitteiden mitoitus, määrä ja tilantarve)? Tulisiko varikolla olla aina hidaslatauslaitteiden lisäksi myös pikalatauslaitteita? Tuleeko jokaisella sähköbussilla olla oma latauslaite vai voidaanko latauslaitteita yhteiskäyttää?
- Mitkä ovat mielestäsi latausjärjestelmästandardien (mm. pantografin sijoittaminen) puuttumisen suurimmat kulmakivet? Mitkä ovat perustelut (hyödyt ja haitat) pantografin sijoittamiselle bussiin, entä latauslaitteeseen?
- Kyselyn perusteella latausjärjestelmän käyttöikä on noin 10 vuotta. Onko käyttöikä mielestäsi sama pika- ja hidaslatauslaitteilla? Mitkä ovat perustelut lyhyelle käyttöiälle?

## Joukkoliikennetoimijoiden roolit

- Miten joukkoliikennetoimijoiden roolit vastuu- ja omistussuhteiden näkökulmasta vaikuttavat mielestäsi sähköbussiliikenteen kilpailutuksen järjestämiseen? Miten ne tulisi huomioida kilpailutuksessa?
- Kyselyn perusteella useat toimijat ovat sitä mieltä, että bussilinjan varrelle sijoitettujen latauslaitteiden omistuksen tulisi olla liikenteen tilaajalla. Miten tässä tapauksessa mielestäsi tulisi järjestää latauslaitteiden kunnossapito, huolto ja operointi?
- Miten sähköbussien latauslaitteiden omistus, kunnossapito, huolto ja operointi tulisi mielestäsi järjestää sopimussuhteen päätyttyä? Erityisesti siinä tapauksessa, että vastuu on sopimussuhteen aikana ollut jollakin muulla taholla kuin tilaajalla.
- Onko varikon omistajalla mielestäsi vaikutusta siihen kenen tulisi omistaa varikolle sijoitetut latauslaitteet?

- Latausoperaattorin rooli koettiin tärkeäksi, mutta mikä olisi oikea taho latausoperaattoriksi? Mikä on kaupunkien rooli sähköbussien latauspisteiden operoinnissa?

### **Kilpailutus ja hankinta**

- Minkä tahon tulisi kilpailuttaa sähköbussiliikennettä, ja minkälaisina kokonaisuuksina (esim. liikennöinti, kalusto ja latausjärjestelmä omina kokonaisuuksina vai yhtenä kokonaisuutena)? Voitaissiinko joitakin sähköbussiliikenteen kokonaisuuksia hankkia ilman kilpailutusta?
- Mikä on mielestäsi tarjoajan suunnitteluvastuun merkitys sähköbussiliikenteen hankinnassa? Miten kilpailutuksessa tulisi huomioida mm. latauslaitteiden sijoittaminen, määrä ja mitoitus tai sähköbussiliikennöinnin elinkaarikustannukset?
- Miten sähköbussikaluston ja sähköbussien latauslaitteiden kunnossapito ja huolto tulisi huomioida sähköbussiliikenteen kilpailutuksessa? Entä miten tulisi huomioida sähköbussien kuljettajien ja huoltohenkilökunnan koulutus?
- Mikä on sähköbussikaluston saatavuus (mm. minibussit, telibussit) ja kaluston hinta?
- Minkälaista sopimusmallia mielestäsi tulisi käyttää sähköbussiliikenteen tilaajan ja tarjoajan välillä?

### **Kansainväliset kokemukset**

- Mikä on arviosi mukaan sähköbussien määrä erityisesti muissa Pohjoismaissa? Mikä motivoi mm. liikennöitsijöitä sähköbussiliikenteeseen siirtymiseen?
- Minkälaisia latausjärjestelmiä ulkomailla on käytössä (mm. päätepysäkkilataus vai varikkolataus)?
- Miten näkemyksesi mukaan joukkoliikennetoimijoiden roolijako omistus- ja vastuusuhteiden näkökulmasta on muualla maailmalla ratkaistu?
- Mitkä ovat kansainvälisillä markkinoilla sähköbussiliikenteen kilpailutuksen ja hankinnan periaatteet?
- Mitkä ovat arviosi mukaan tavoitteet sähköbussiliikenteen laajentamiselle erityisesti muissa Pohjoismaissa?

### **Muuta**

- Miten arvioisit sähköbussiteknologian ympäristöystävällisyyttä ja eettisyyttä? Miten eri toimijat voivat huomioida näitä arvoja?
- Onko sähköbussiliikenne toimintavarmaa? Mikä aiheuttaa mahdollisesti sähköbussiliikenteen häiriöherkkyyttä sekä kaluston ja latausinfraan epäluotettavuutta?
- Minkä takia jälkimarkkinat nähdään sähköbussiliikenteen haasteena?
- Miten voidaan edesauttaa standardien ja yhtenäisten toteutusmallien syntymistä sähköbussiliikenteen markkinoille? Miten estetään tilanne, jossa kaupunkiseutujen sähköbussit ja latausjärjestelmät eivät ole keskenään yhteensopivia?
- Miten viranomaistahot Suomessa voivat edistää sähköbussiliikenteen yleistymistä?



ISSN-L 1798-6656  
ISSN 1798-6664  
ISBN 978-952-317-546-4  
[www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)

Liik  
enne  
vira  
sto